

Mobilitat i qualitat de l'aire

Guia informativa i proposta d'activitats educatives per millorar la mobilitat i la qualitat de l'aire a la ciutat de Barcelona



Mobilitat i qualitat de l'aire

Guia informativa i proposta d'activitats
educatives per millorar la mobilitat i qualitat
de l'aire a la ciutat de Barcelona



Ajuntament
de Barcelona

Sumari

Setembre de 2017

Edita: Ajuntament de Barcelona. Àrea d’Ecologia Urbana. Direcció d’Estratègia i Cultura de Sostenibilitat, Departament d’Educació Ambiental.

Continguts i redacció: LaVola.

Idea i coordinació: Teresa Franquesa i Helena Barracó.

Coordinació editorial: Marta Vilar.

Equip assessor: Laia Capdevila, Alba Galofré, Melani Márquez, Yolanda Monteiro, Hilda Weissmann.

Col·laboradors: Pere Alzina, Joan Marc Craviotto, Elena Forcada, Anna Novoa, Bea Ramírez, Marc Rico, Carme Ruiz, Elena Santamariña i Montse Suárez.

Fotografies: les imatges que apareixen a “Mobilitat i qualitat de l’aire. Guia informativa i proposta d’activitats educatives per millorar la mobilitat i qualitat de l’aire a la ciutat de Barcelona” procedeixen de diversos centres educatius que formen part del programa Barcelona Escoles + Sostenibles i també de diferents particulars, institucions i administracions que ens han cedit el seu material gràfic. A tots ells els donem les gràcies per fer possible la il·lustració dels conceptes presentats en aquesta guia:

Escola Nausica, Escola Vedruna Gràcia, Escola Lavínia, Col·legi Amor de Dios, Escola Reina Violant, Escola Projecte, Escola Sant Gregori, Escola Pere IV, Escola Guinardó, Escola EE La Sagrera, Escola Auró, Escola Sant Josep Oriol, Stefano Puddu, Viquipèdia, Barcelona Regional, Generalitat de Catalunya, Ajuntament de Barcelona.

Disseny i maquetació: Faino comunicació, sl

Impressió: Agpograf, sa

Dipòsit legal: B-18403-2017



Presentació	4
Introducció	6
1. Aire i ciutat	8
2. Aire i mobilitat	26
3. Aire i contaminació	36
4. Aire, salut i entorn	52
5. Cap a una ciutat amable	66
Activitats	90
Bibliografia i recursos	132
Annexos	138

Presentació



La qualitat de l'aire —i els seus efectes sobre la salut— és un paràmetre cada cop més rellevant com a repte ambiental a les ciutats i, en concret, a Barcelona. Al nostre municipi aquesta problemàtica se centra principalment en el NO₂ i en les partícules en suspensió, pel fet d'haver superat en alguns anys els límits anuals establerts d'aquests contaminants. Això ha provocat que la ciutat i 40 municipis del seu entorn hagin estat declarats **zona de protecció especial de l'ambient atmosfèric**. Per aquest motiu, ha estat necessària la posada en marxa de tota una sèrie de mesures per aconseguir els valors legals. Si bé l'origen d'aquesta contaminació és divers, el responsable principal n'és la mobilitat en vehicle privat.

L'augment d'evidències que relacionen la qualitat de l'aire amb efectes sobre la salut de les persones fa necessari emprendre accions urgents, que van des de mesures estructurals relatives a la manera com ens movem fins a mesures orientades a la conscienciació que despertin l'interès i la preocupació de la ciutadania i que siguin objecte d'estudi en els centres educatius.

En l'àmbit municipal, l'Ajuntament de Barcelona ha elaborat el *Pla per a la millora de la quali-*

tat de l'aire 2015-2018 i ha aprovat el *Programa de mesures contra la contaminació atmosfèrica (2016)*, on es plantegen mesures estructurals relatives a la manera com ens movem, a alternatives urbanístiques o a campanyes i propostes de comunicació i conscienciació ambiental, entre d'altres.

Atesa la rellevància del tema, s'ha elaborat aquesta guia en el marc de la sèrie de publicacions del Programa Escoles + Sostenibles i des de la Gerència d'Ecologia Urbana, Urbanisme i Mobilitat de l'Ajuntament de Barcelona.

Esperem que aquest material aportï elements per a la descoberta, la reflexió i l'acció per contribuir a millorar la mobilitat i la qualitat de l'aire a la ciutat.



Introducció

La guia recull informació i presenta propostes didàctiques sobre la qualitat de l'aire, fent atenció especial a la mobilitat des d'una mirada multidisciplinària.

Està estructurada en 5 grans blocs, el primer dels quals tracta el tema de **l'aire a la ciutat i la seva qualitat** i presenta els factors antròpics i naturals que condicionen el medi atmosfèric que ens envolta.

Entre aquests factors, la comunitat científica internacional coincideix a assenyalar la mobilitat com el que té més pes a l'hora de determinar la qualitat de l'aire que respirem. És per això que el segon bloc explica **el fenomen de la mobilitat a Barcelona**. Com veurem, les conclusions més importants d'aquest capítol assenyalen el trànsit rodat i l'emissió de contaminants que se'n deriven com la causa principal de la pèrdua de la qualitat de l'aire a Barcelona, un patró que es repeteix en la immensa majoria de ciutats del món.

Però la contaminació no és tota igual: és important conèixer els principals contaminants presents a la ciutat, en quins nivells es troben i com es controlen. Per aquest motiu, el tercer bloc pre-



senta una radiografia completa de **com és i com es vigila l'aire de Barcelona**.

Se sap que actualment la contaminació atmosfèrica és un dels riscos més importants per a la salut de les persones i una problemàtica ambiental molt notable per al conjunt dels éssers vius i els ecosistemes de la Terra. Tots els aspectes relacionats amb **l'aire, la salut i l'entorn** queden recollits al quart bloc, amb la voluntat d'oferir una visió transversal del problema en clau de responsabilitat col·lectiva i individual.

I és que, a la pràctica, la ciutadania i els centres educatius podem ser el motor de canvi cap a un nou model de vida que faci front als grans reptes ambientals. En aquest sentit, el cinquè bloc descriu **l'estratègia que segueix Barcelona per millorar la mobilitat i la qualitat de l'aire**, tot fomentant accions individuals i col·lectives que ens ajudin a ser una ciutat més amable amb les persones i l'entorn.

Aquesta publicació s'adreça al **professorat de totes les etapes educatives** i de diferents especialitats fent una mirada àmplia sobre la qualitat de l'aire i la mobilitat. Les propostes d'activitats tenen un format prou obert per poder-les adequar a cada grup classe i estan plantejades per a quatre grups d'edat: a partir de 3 anys, a partir de 6 anys, a partir de 10 anys i a partir de 14 anys.

La guia inclou activitats i propostes d'educació ambiental que permeten a l'alumnat comprendre aquesta temàtica des de diverses perspectives. Al mateix temps s'hi plantegen reflexions i bones pràctiques en relació amb accions del nostre dia a dia que tenen repercussió sobre la qualitat de l'aire que respirem a la ciutat per esdevenir ciutadans actius i compromesos en la millora de l'entorn.







Com l'alimentació o el descans, respirar és una de les necessitats bàsiques de tots els éssers humans. A la pregunta 'què és el que respirem?' gairebé tothom contestarà el mateix: 'aire'. Certament, respirem molt aire al cap del dia, però, què és exactament l'aire?



Qüestió de magnitud...

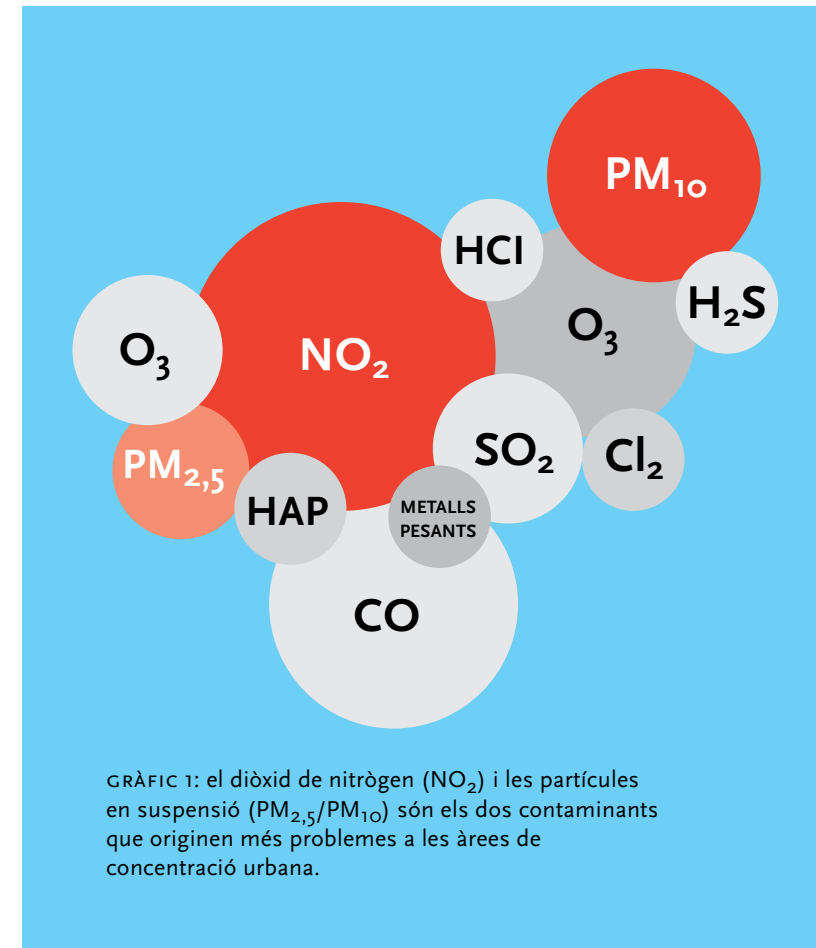
S'estima que cada dia, aproximadament, mengem 1 quilo d'aliments, bevem 1,5 litres d'aigua i **respirem més de 10.000 litres d'aire**, que en pes serien uns 12 o 13 quilos!

Recordeu que la densitat de l'aire varia en funció de la temperatura i la pressió atmosfèrica.

L'aire que ens envolta

L'aire és una barreja de compostos, principalment gasos. De fet, són dos gasos els que pràcticament componen la totalitat de l'aire: el nitrogen (N_2), que suposa un 78% del total, i l'oxigen (O_2), que ocupa el 21%. La fracció que resta, aproximadament un 1%, aplega una àmplia diversitat de compostos en petites proporcions que van des del vapor d'aigua (H_2O), el diòxid de carboni (CO_2), l'ozó (O_3) o el metà (CH_4) fins a components tan singulars com l'argó (Ar) o el neó (Ne), dos gasos nobles. Alguns d'aquests compostos es generen en processos derivats de l'activitat antròpica (principalment processos de combustió) i els anomenem *contaminants atmosfèrics*.

Acompanyant els gasos, a l'aire també hi ha partícules sòlides en suspensió de mida i origen diversos, com ara la pols, el pol·len o les cendres. Les anomenem PM i, en funció de les dimensions que presenten, parlem de PM_{10} (quan són inferiors a $10\ \mu m$) o de $PM_{2,5}$ (inferiors a $2,5\ \mu m$).



El concepte de qualitat de l'aire i els factors que hi influeixen

La composició de l'aire no és sempre la mateixa, ni en el temps ni en l'espai, de manera que en funció de les variacions que experimenta se'n determina la qualitat.

En aquest sentit, la qualitat de l'aire és una variable que depèn de diversos factors que, genèricament, podem classificar en dos grans blocs: els condicionants biofísics i els antròpics.

Els condicionants biofísics

El clima i els elements geomorfològics que componen un territori són factors clau per entendre les característiques i les dinàmiques que s'estableixen a l'atmosfera i que tenen un efecte directe en la qualitat de l'aire.

Aire calent, aire fred

Un aspecte molt important per entendre la dinàmica atmosfèrica és saber **com es mouen les masses d'aire** i la relació que estableixen entre si en funció de la temperatura. A la pràctica, quan l'aire s'escalfa per l'acció del sol, les seves partícules es mouen més ràpid, se separen i ocupen més volum, de manera que són menys denses i tendeixen a enlairar-se (al contrari de l'aire fred, que és més dens i té tendència a descendir).

Aquest és el principi físic que s'utilitza per enlairar un globus aerostàtic: la flama escalfa l'aire de l'interior del globus i el fa pujar.



Barcelona gaudeix d'un clima de tipus mediterrani que, tot i el seu nom, no és exclusiu de la seva conca sinó que també és present en altres regions del món que comparteixen patrons similars, com ara Sud-àfrica, Xile, Califòrnia i part d'Austràlia.

El clima mediterrani es caracteritza per temperatures suaus durant tot l'any, moderadament més fredes a l'hivern i molt més altes a l'estiu, estació en què, a més, té lloc un marcat i perllongat període sense precipitacions. Les pluges es reparteixen durant la resta de l'any, fent-se més intenses a la tardor i a la primavera, amb episodis tempestuosos associats a la inestabilitat sobtada de masses d'aire a causa de la influència del mar. Per contra, les pluges hivernals són escasses, degut al baix nivell d'intensitat de les borrasques en arribar a la línia de costa.

A la pràctica, aquest predomini acusat de les situacions anticiclòniques, amb temps estable i poca nuvolositat, provoca que siguin pocs els dies en què l'atmosfera regis-

tra moviments notables (situacions ciclòniques), de manera que la ciutat viu períodes relativament llargs d'estancament i manca d'intercanvis de masses d'aire. Aquesta situació es veu reforçada per la influència dels elements de relleu de l'àrea metropolitana de Barcelona, ja que la ciutat se situa en l'espai físic delimitat entre el mar Mediterrani, la serra de Collserola i els rius Llobregat i Besòs, una àrea en la seva majoria plana, a excepció d'alguns turons i elevacions com Montjuïc, el Carmel, el Putxet o el Turó de la Peira.

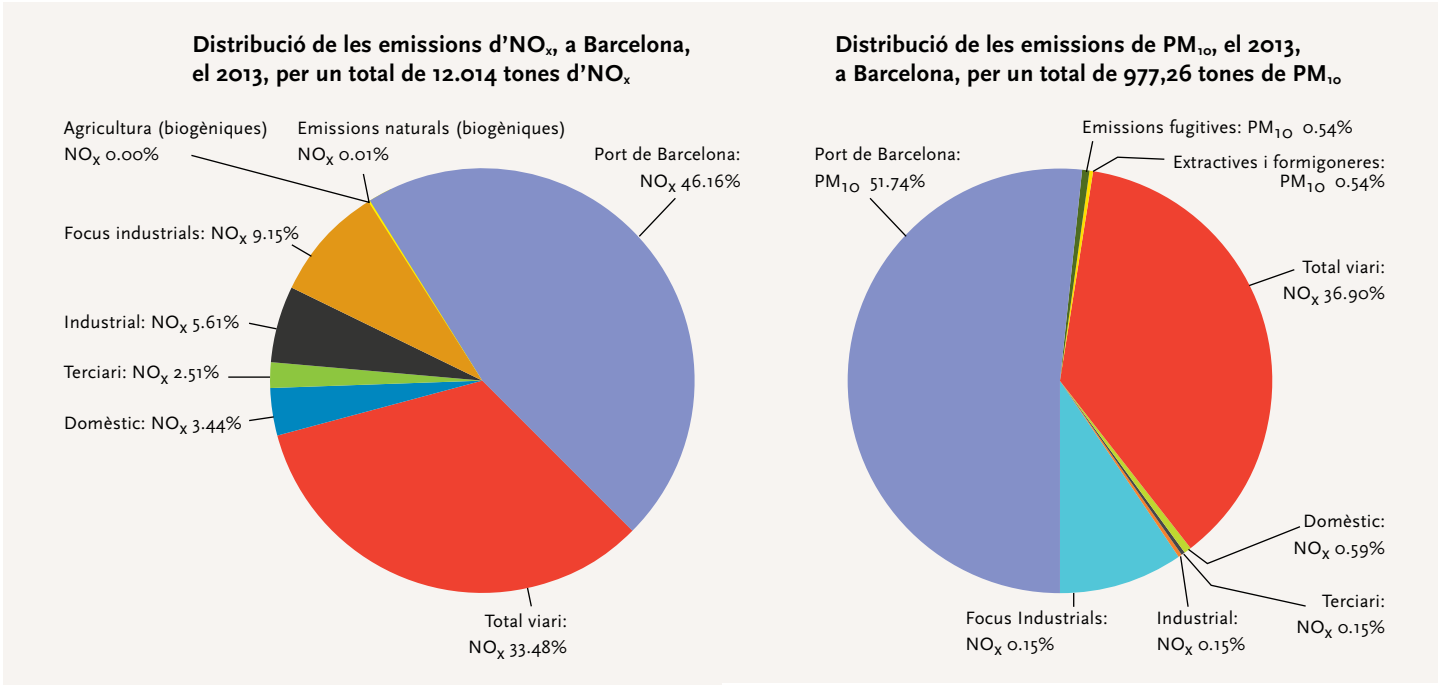
Un efecte directe d'aquest estancament atmosfèric provocat pel clima i l'orografia és l'acumulació de gasos i partícules derivats del metabolisme urbà. Com a conseqüència d'això, la qualitat de l'aire minva progressivament fins que la dinàmica atmosfèrica canvia (principalment amb episodis d'inestabilitat i pluges) i afavoreix la dispersió dels contaminants i la renovació de masses d'aire.

Els episodis d'inversió tèrmica

Normalment, la temperatura de l'aire és més calenta com més a prop està de la superfície terrestre, i més freda com més s'apropa a l'atmosfera. Les masses d'aire a prop del terra, més calentes i més lleugeres, tenen tendència a ascendir, la qual cosa afavoreix la dispersió vertical dels contaminants. En ocasions, però, el gradient tèrmic normal es capgira i és quan parlem d'inversió tèrmica.

A Barcelona, aquests episodis acostumen a produir-se a l'hivern quan hi ha estabilitat atmosfèrica (cel serè i poc o gens de vent) i l'aire fred en altura descendeix durant la nit fins a la superfície. Aquest aire fred actua de tap —impedeix la dispersió dels contaminants emesos a la ciutat— i afecta negativament la qualitat de l'aire.

Els episodis d'inversió tèrmica generalment acaben passades les primeres hores del dia, quan el sol escalfa l'aire i es normalitzen les temperatures a l'atmosfera, facilitant de nou el moviment de masses d'aire. De vegades, però, les condicions meteorològiques no permeten aquesta recuperació i la situació d'inversió tèrmica es pot allargar durant dies.



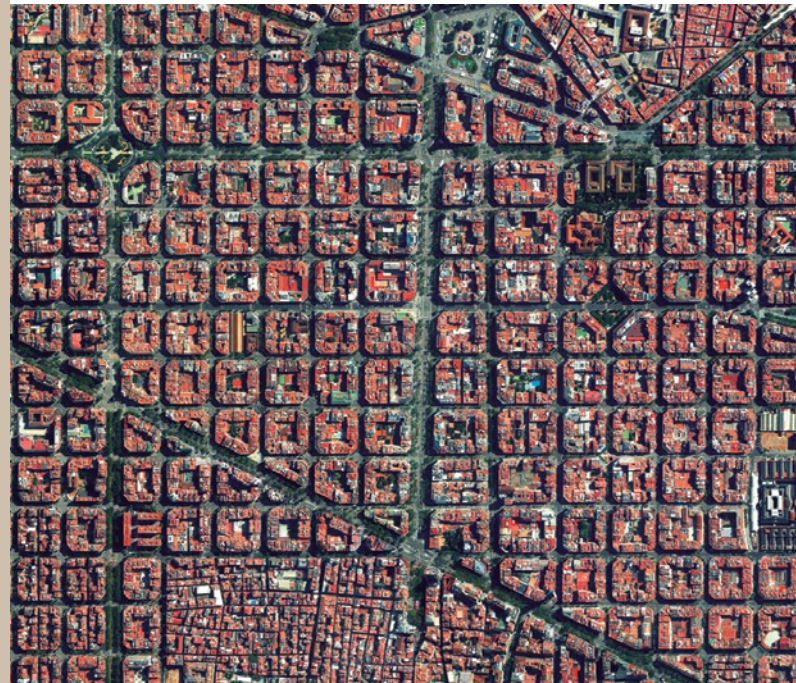
Una bona pensada

Quan els romans, al segle I aC, van fundar la seva colònia Iulia Augusta Faventia Paterna Barcino en l'espai que envolta el Mont Taber, un promontori de 12 metres d'alçària que ara estaria enmig del barri Gòtic de la ciutat, van tenir molt present les condicions ambientals per organitzar carrers i edificis.

Aplicant una lògica urbanística similar a la de la ciutat de Roma, basada en l'ordenació per quadrícules, la ciutat de Barcino disposava d'un traçat de carrers perpendiculars on els verticals estaven orientats cap al mar. Amb aquesta distribució s'aprofitaven els moviments naturals dels vents i les brises del mar cap a la superfície, i a la inversa, per ventilar l'espai urbà i millorar la salubritat. Segles més tard l'urbanista de l'Eixample, Ildefons Cerdà, també va tenir en compte els arguments higienistes i el règim de vents a l'hora de projectar el traçat perpendicular i l'orientació dels carrers. El disseny dels carrers pensat per Cerdà també considerava el trànsit de vehicles en els seus esquemes, tot i que de ben segur que l'enginyer mai va sospitar fins a quins nivells es desenvoluparia la ciutat un segle més tard ni l'afectació tan gran que el trànsit tindria en la qualitat de l'aire.

Com més alçària tenen els edificis, menys es dispersen els contaminants, fet que implica més concentració en zones amb edificis relativament alts com pot ser l'Eixample.

La morfologia i l'estructura pròpies del teixit urbà determinen les alteracions en les condicions ambientals locals. Totes les grans ciutats com Barcelona es comporten com illes de calor que, especialment a les nits, augmenten de temperatura en relació amb els espais adjacents. Aquest efecte es produeix principalment per tres factors: la calor que acumulen els materials de construcció com el formigó, el ciment o l'asfalt; la poca presència de vegetació o espais humits esmorteïdors de la temperatura, i la influència dels contaminants atmosfè-



L'impuls del verd a Barcelona

El *Pla del verd i de la biodiversitat de Barcelona 2012-2020*³ planifica a llarg termini les actuacions per aconseguir una infraestructura ecològica que produeixi beneficis per a les persones, i aporta serveis ambientals i socials. En aquest sentit, s'hi planteja una estratègia global de ciutat per a crear una veritable infraestructura verda integrada en la trama urbana que permeti canviar la realitat actual, on el verd és present en tota la ciutat però sovint formant

taques aïllades, sense continuïtat. En aquest document es fa una valoració de les diferents funcions del verd urbà dels diversos espais i, en relació amb la funció positiva sobre la qualitat de l'aire, es destaca el paper positiu de les zones amb una important massa vegetal (zones forestals, parcs grans...), dels carrers arbrats i de les cobertes i murs verds dels edificis. El Pla es concreta en 10 línies estratègiques que es desenvolupen a través de 68 accions.

rics. Però també hi ha altres causes minoritàries, com la reducció de la velocitat del vent a l'interior de l'urbs (d'entre un 10 i un 20% de mitjana).

Aquest fenomen d'illa de calor i altres alteracions en les condicions climàtiques (radiació solar, humitat relativa, nuvolositat, precipitacions, etc.) tenen efectes directes en la modificació de les dinàmiques atmosfèriques locals i en la qualitat de l'aire que es respira a les ciutats.

A l'hora d'esmoreir la influència del medi construït en la ciutat són imprescindibles els espais de verd urbà. Entre l'extens grup d'àrees i equipaments de Barcelona es troben des de petites zones de vegetació fins a grans parcs urbans com el de Montjuïc, el de la Ciutadella o el del Laberint d'Horta.

La serra de Collserola té una rellevància important perquè pot actuar impedit el moviment de masses d'aire i, alhora, la seva gran massa vegetal té una influència cabdal en la dinàmica atmosfèrica de Barcelona, especialment en els processos de fixació del diòxid de

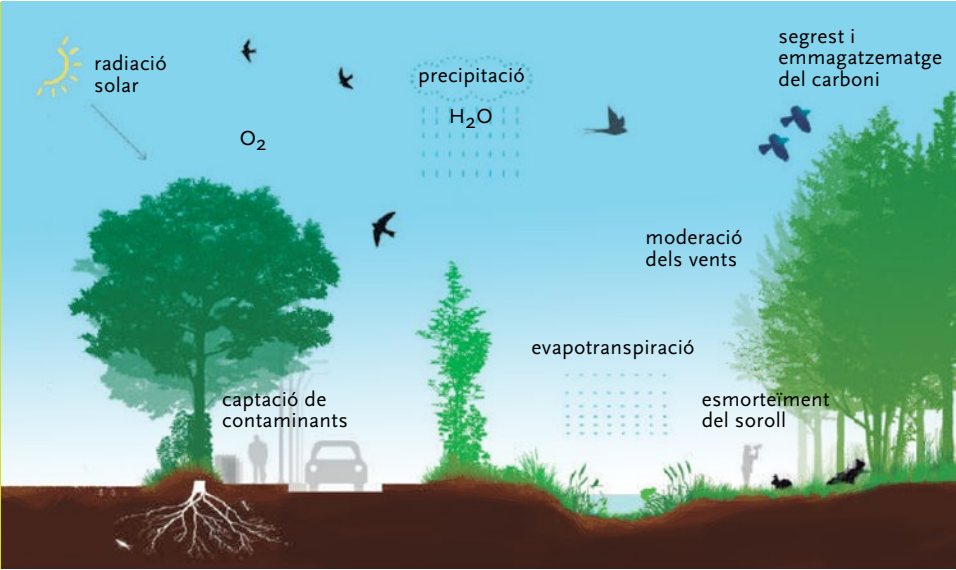
carboni urbà i l'alliberament d'oxigen i en la retenció de partícules.

Més enllà del seu valor paisatgístic i de la biodiversitat que acullen, els espais verds urbans actuen com a reguladors tèrmics i de la humitat ambiental, són agents reductors del soroll i, a més, fan de filtre de contaminants i partícules. Això ho aconseguixen gràcies a l'acció de l'aigua (deposició humida), el transport i la deposició per l'acció del vent (deposició seca), i a través de les reaccions químiques que tenen lloc a la vegetació. En aquesta funció de filtre hi intervenen factors com la mida i el tipus d'arbre, l'estructura de la massa vegetal o la facilitat de l'aire per passar entre aquesta vegetació.

Però, com contribueix realment el verd urbà a millorar l'aire de Barcelona? La resposta la donen diversos estudis⁴, que posen de manifest que el milió i mig d'arbres que cobreixen més de 2.500 hectàrees de Barcelona (una quarta part de la ciutat, incloent Collserola) redueixen anualment unes 300 tones de contaminants atmosfèrics i capturen més de 19.000 tones de diòxid de carboni.

Funcions dels espais verds

Els espais verds són reguladors tèrmics i de la humitat ambiental, reductors del soroll i fan de filtre de contaminants i partícules.



Atenció: foc!

De la mateixa manera que les masses arbrades són importants per a la qualitat de l'aire, la seva pèrdua també ho és. Els incendis tenen un efecte directe en la qualitat de l'aire, ja que el fum i les cendres que transporta el vent alteren les propietats físiques de l'atmosfera (incidència de la radiació solar, visibilitat, etc.) i la seva composició química (per exemple, enriquint l'aigua de pluja amb ions de potassi). Un cop extingit el foc, la pèrdua de la vegetació determina una reducció temporal en la capacitat del territori per filtrar l'aire i retenir contaminants i partícules.

La producció d'energia elèctrica i la gestió de residus

La influència de les instal·lacions de generació d'energia en la qualitat de l'aire es deu essencialment als productes resultants de cremar combustibles fòssils, com ara carbó o derivats del petroli, per alimentar els processos per generar electricitat a les central tèrmiques. A conseqüència d'aquesta combustió s'alliberen a l'atmosfera gasos com el diòxid de carboni (CO₂), el diòxid de sofre (SO₂) o els òxids de nitrogen en diferents formes (N₂O, NO, NO₂). S'estima que la producció d'energia és responsable de quasi una cinquena part del total d'emissions contaminants a l'atmosfera.



Emissions



Immissions



Diferència entre emissió i immissió

S'anomenen *fase d'emissió* els valors del contaminant atmosfèric en el punt o focus en què s'allibera (xemeneia, tub d'escapament, etc.). La *fase d'immissió*, en canvi, són els valors dels contaminants atmosfèrics que mesurem en les estacions de seguiment. Aquests valors fan referència a les concentracions dels contaminants que reben la població i l'entorn un cop s'han emès a l'atmosfera i hi han intervingut processos de dispersió (meteorologia) o de transformació química.



A l'àrea metropolitana de Barcelona hi ha dues centrals tèrmiques de cycle combinat que generen energia elèctrica a partir de gas natural (integrat en un 90% per metà i altres gasos minoritaris

com propà, età, butà, heli o nitrogen). Aquestes instal·lacions es troben al Port i s'estima que anualment generen, aproximadament, una tercera part de l'energia consumida a la ciutat.

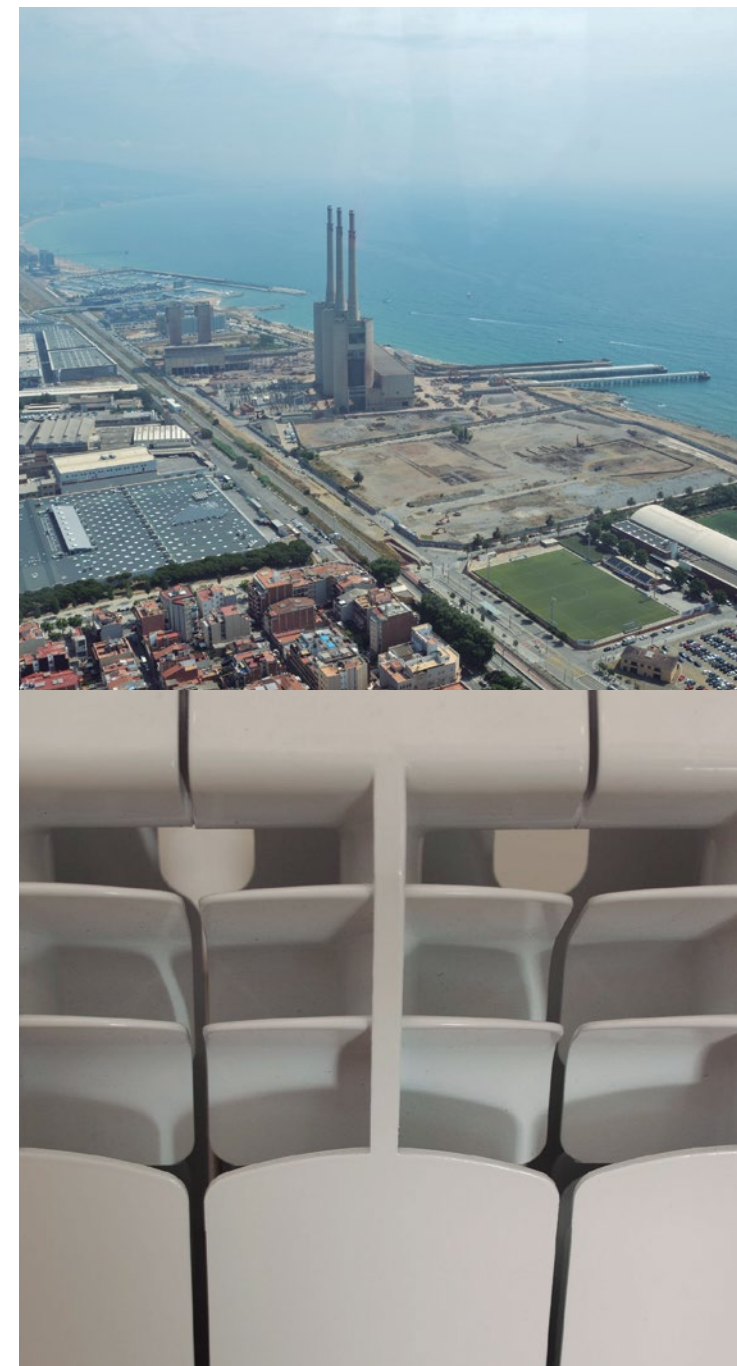
Alhora, alguns centres de tractament de residus també són espais de producció d'energia elèctrica. En el cas dels ecoparcs, en els processos de biometanització dels residus o en les plantes de valorització energètica en processos d'incineració. Aquests processos poden ser un focus d'origen de compostos que afectin la qualitat de l'aire, principalment gasos com els òxids de sofre o de nitrogen, compostos de carboni (diòxid de carboni i metà, però també monòxid de carboni o compostos orgànics volàtils), partícules (cendres, pols, etc.) o metalls pesants.

A l'àrea metropolitana de Barcelona hi ha diverses instal·lacions de tractament de residus, entre les quals la Planta Integral de Valorització de Residus de Sant Adrià de Besòs, l'Ecoparc de la Zona Franca i l'antic abocador de la Vall d'en Joan a Begues (Baix Llobregat).

Les activitats domèstiques

Les emissions del sector domèstic provenen principalment de la combustió de les calderes de calefacció, les calderes d'aigua calenta sanitària, les cuines i les estufes no elèctriques. Aquestes emissions varien segons el tipus de caldera (domèstica o industrial), el consum i el tipus de combustible, la tecnologia de combustió i l'eficiència energètica.

L'ús de gas natural té menys impacte que les instal·lacions de gasoil, que emeten òxids de sofre (SO_2 i SO_3) o òxids de nitrogen (NO_x), i menys que les calefaccions de carbó, les quals, a més d'aquests gasos, emeten altres partícules (sutge, cendres) i metalls pesants. Alhora,





cal tenir en compte que l'impacte de les calefaccions és encara més gran quan funcionen malament, ja que una mala combustió genera emissions de subproductes com monòxid de carboni i produeix més hidrocarburs volàtils i partícules.

En aquest sentit, si bé en el context urbà global les emissions per calefacció són rellevants (entre el 20 i el 30% del total de les emissions atmosfèriques), en el cas de Barcelona tenen menys rellevància. Això es deu principalment a un escenari climàtic més benigne i al predomini de calefaccions elèctriques i de gas natural.

Les activitats econòmiques industrials

Entre el conjunt d'activitats econòmiques que tenen una influència directa en la qualitat de l'aire, les industrials són les que més protagonisme i atenció mediàtica han tingut sempre. D'ençà de la Revolució Industrial, les ciutats han estat el centre d'atracció i consolidació d'aquest tipus d'activitat.

En aquest aspecte, tot i els esforços que en el transcurs dels anys s'han fet per controlar i reduir els contaminants alliberats per la indústria, avui en dia s'estima que en les seves diverses fases i processos continua essent la responsable d'un terç de les emissions de contaminants alliberats a l'atmosfera⁶.

A la ciutat de Barcelona es calcula que el pes de les activitats industrials sobre el total d'emissió és de prop del 8%⁷. Les emissions generades s'associen en gran mesura als subproductes de la combustió, com ara els compostos de carboni, els òxids de sofre o els de nitrogen, els fums i les partícules.

Actualment Barcelona encara disposa d'espais industrialitzats importants, principalment a l'àrea de la Zona Franca, els quals continuen tenint una influència directa en la qualitat de l'aire a la ciutat. En relació amb això, també cal prendre en consideració els nuclis industrials més allunyats, ja que, degut a processos propis de la dinàmica atmosfèrica regional, sota determinades condicions climàtiques l'aire de Barcelona es pot veure afectat per les emissions dels grans centres industrials de la seva conurbació, com els situats a les comarques

del Vallès, el Baix Llobregat i l'Anoia, inclús els ubicats al Camp de Tarragona.

Tanmateix, com veurem en el capítol 4, les emissions de les activitats del Port i de l'Aeroport s'afegeixen i accentuen les de l'activitat industrial de la zona.

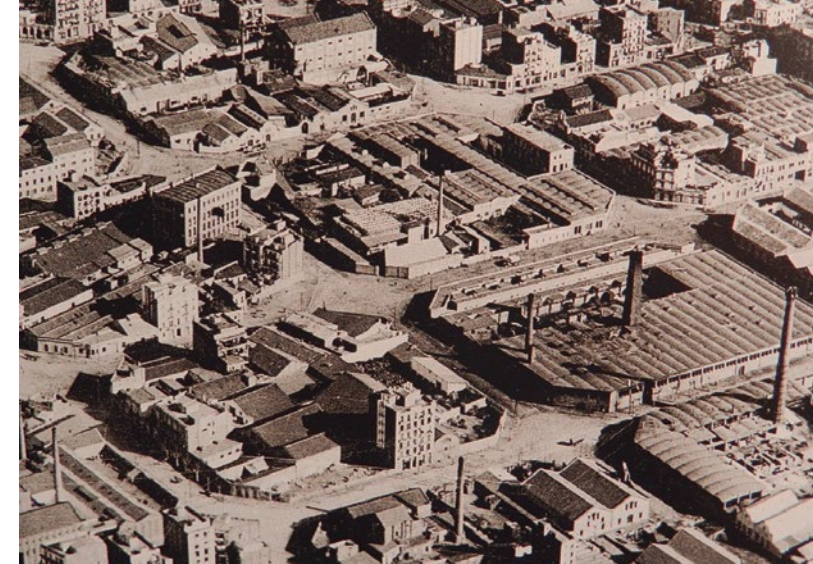
L'activitat constructiva en edificis i les obres al carrer són també fonts d'emissions amb influència directa sobre la ciutat. És el cas de partícules, com la pols, o de gasos que es generen pels moviments de terres, la manipulació i el transport de materials, el trànsit de vehicles pesants i l'ús de maquinària pesada i de generadors.

Certes activitats agropecuàries també emeten substàncies que poden incorporar-se a l'atmosfera i afectar la qualitat de l'aire que respirem, com els fertilitzants i els pesticides emprats als camps o les emissions del bestiar com ara el gas metà. Aquestes activitats, però, no són significatives en el conjunt de la ciutat.

La mobilitat i el transport

L'activitat antròpica engloba el moviment de persones que viuen a la ciutat o que la visiten per motius de feina, oci, turisme, etc., i també el transport de mercaderies i matèries primeres que fan falta per satisfer el metabolisme urbà.

En la gran majoria dels casos, la mobilitat i el transport es porten a terme a través de vehicles de motor que fan servir com a font d'energia combustibles fòssils derivats del petroli, principalment els carburants líquids: benzina, dièsel i querosè (en el cas dels avions). El re-



Evolució de la indústria a Barcelona

Des dels orígens de la industrialització catalana, Barcelona ha aplegat un nombre important d'empreses relacionades amb els sectors automobilístic, tèxtil, químic i farmacèutic, i també amb les arts gràfiques i la impremta o la fonoria, la maquinària i el material elèctric.

Condicionats pel creixement històric de la ciutat, aquests tallers i indústries es van anar emplaçant en els espais lliures que hi havia en zones com el Raval i les proximitats del Port, el Poblenou, l'Eixample, el Clot o la Sagrera.

Des de finals dels anys 70 i principis dels 80 les activitats industrials, especialment les més contaminats, s'han anat deslocalitzant progressivament en espais més allunyats del context urbà.

sultat d'aquesta combustió és l'emissió a l'atmosfera de substàncies contaminats com el monòxid de carboni, els òxids de nitrogen i de sofre, els compostos orgànics volàtils, fums i partícules. A aquestes partícules cal sumar les que es produeixen en el desgast dels elements dels mitjans de transport, com ara la goma dels pneumàtics o els frens, i també en l'erosió i el fregament dels paviments per on circulen els vehicles (carreteres, carrers, pistes de sorra, etc.).

Així doncs, si, d'una banda, es considera el predomini de la natura fòssil dels carburants dels mitjans de transport i, de l'altra, la gran

quantitat de gent que viu i es mou en els entorns urbans, no és d'estranyar que actualment el transport de productes i la mobilitat de les persones siguin els principals factors d'influència antròpica en la qualitat de l'aire a les ciutats i els responsables de gairebé tres quartes parts de les emissions de contaminants a l'atmosfera.

Barcelona, amb les seves particularitats, no és una excepció a aquesta realitat. Per aquest motiu, ara que coneixem els factors que influeixen en la qualitat de l'aire que respirem, és important que analitzem més profundament l'aspecte que més la condiona: **la mobilitat**.



Notes

1. <http://www.enciclopedia.cat/EC-GEC-0143066.xml>
2. Ajuntament de Barcelona. *Població de la ciutat*. 1900-2015 [en línia]. Barcelona: Ajuntament de Barcelona. Departament d'Estadística, 2015. (Dades de la ciutat) <<http://www.bcn.cat/estadistica>>
3. <http://hdl.handle.net/11703/85099>
4. CHAPARRO, L.; TERRADAS, J. *Serveis ecològics del verd urbà a Barcelona* [en línia]. Barcelona: Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals i Institut Municipal de Parcs i Jardins, Ajuntament de Barcelona, 2009.
5. GÓMEZ, I. *Qualitat de l'aire, trànsit i salut*. Madrid: Ecologistes en Acció, 2008.
6. GÓMEZ, I. *Qualitat de l'aire, trànsit i salut*. Madrid: Ecologistes en Acció, 2008.
7. *Pla de millora de la qualitat de l'aire de Barcelona 2015-2018*. <<http://hdl.handle.net/11703/83944>>





Com ja hem vist, actualment els aspectes relacionats amb la mobilitat són la font principal de contaminants que afecten la qualitat de l'aire a Barcelona. Segons dades bàsiques de mobilitat del 2015¹, a Barcelona es van generar **7.896.903 etapes de desplaçament**, de les quals **5.060.047** van ser **internes** i **2.836.856, de connexió**, fet que suposa un augment de gairebé el 3% respecte al 2014. Del total d'etapes, un 34,32% es van fer a peu (32,48%) o en bicicleta (1,84%), un 26,09%, en vehicle privat i un 39,59%, en transport públic.

Les estadístiques sobre mobilitat

A l'hora d'interpretar les dades de mobilitat és important tenir present que la unitat de mesura que habitualment es fa servir, el desplaçament, fa referència a qualsevol recorregut que s'ha portat a terme per un únic motiu, com ara anar a la feina, a l'escola, a comprar, etc. Al mateix temps, aquest desplaçament pot constar d'una o més etapes realitzades amb diferents mitjans de transport.

Les estadístiques de mobilitat són molt importants per avançar en la millora de la qualitat de l'aire a la nostra ciutat. Per avaluar el pes de la contaminació és vital saber la intensitat de circulació en vehicle privat. Podeu consultar alguns d'aquests estudis a les webs de l'Ajuntament², l'Àrea Metropolitana de Barcelona³, l'Autoritat del Transport Metropolità (ATM)⁴ i l'Institut d'Estudis Regionals i Metropolitans de Barcelona (IERMB)⁵.

Desplaçaments interns (2015)

Quant a la mobilitat interna, creix de forma important el percentatge d'etapes de desplaçaments a peu i en bicicleta, amb un 49,29% del total, mentre que les etapes de desplaçaments en vehicle privat són només el 17,38%. El transport públic té una quota del 33,33% (increment del 2,3% respecte al 2014). Cal destacar que la bicicleta, tot i representar un percentatge minoritari, va tenir un creixement del 6% respecte al 2014.

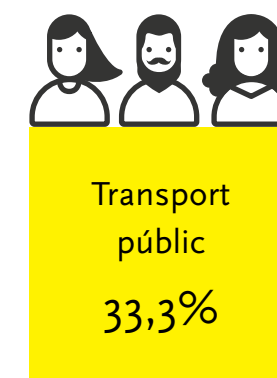
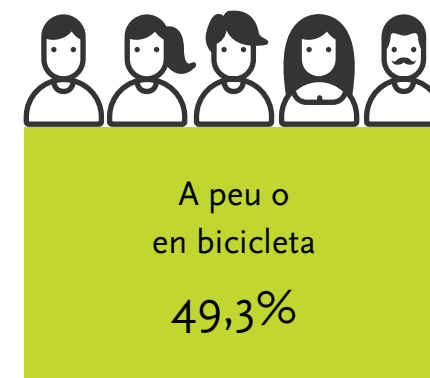
Entre els vehicles privats, el cotxe és el mitjà de transport més utilitzat (59,9%), seguit de la moto (39,4%). Segons dades del 2015, dels gairebé 1 milió de vehicles matriculats a Barcelona, 570.345 eren turismes, 273.718, motocicletes i ciclomotors i 64.711, furgonetes i camions.

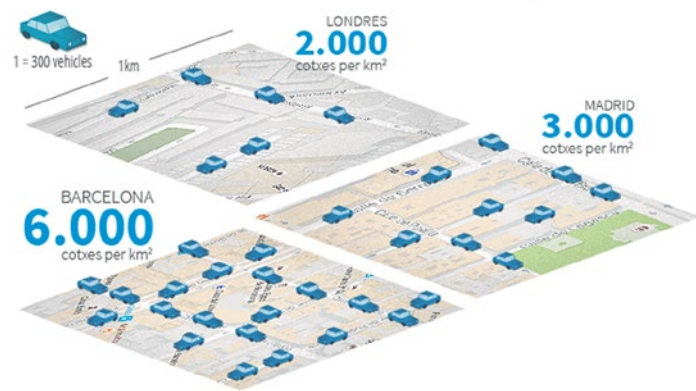
A més dels desplaçaments de les persones, en el dia a dia de la ciutat es porten a terme un gran nombre de moviments i trasllats de mercaderies, el que es coneix per *distribució urbana de mercaderies* (DUM).

A Barcelona, el nombre de camions i furgonetes s'ha reduït en un 11,5%⁶ entre el període 1999-2015. No obstant això, cal tenir en compte que aquesta dada fa referència als vehicles de mercaderies matriculats a Barcelona, però que existeix un trànsit molt més gran de vehicles que venen de les poblacions de l'entorn. S'estima que aquesta mobilitat genera un 21,4% del volum de trànsit total a la ciutat⁷.

En diferents estudis es xifra que el pes d'aquests vehicles en les emissions de contaminants derivades de la mobilitat se situa entre el 15 i el 20% del total.

Dades 2015 concretes en %:





Font: <http://lameva.barcelona.cat/querespaires/ca>



Desplaçaments de connexió

Actualment, analitzant les dades de l'ús de vehicles privats en desplaçaments interns i de connexió pot fer la sensació que la ciutat registra relativament poc trànsit, però només cal fixar-se en les xifres globals per veure que la magnitud real és molt notable. I és que, segons els càlculs de trànsit rodat, a Barcelona cada dia es mouen una mitjana d'1.079.523 vehicles. Això, unit a la petita extensió de la ciutat, situa Barcelona al primer lloc de les ciutats europees quant a densitat de circulació rodada, amb aproximadament 6.000 vehicles/km², una xifra que duplica els registres de Madrid i triplica els de Londres.

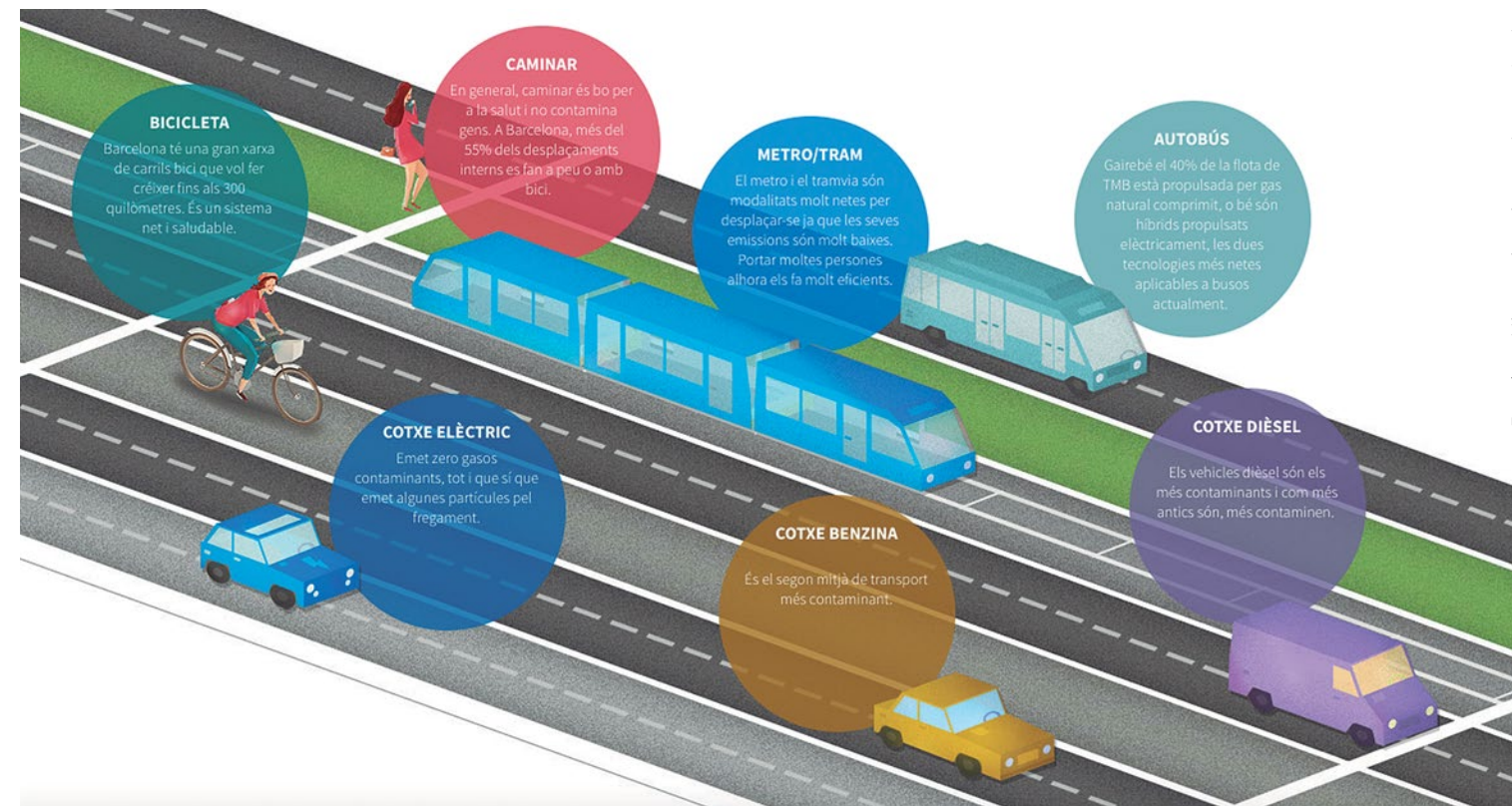
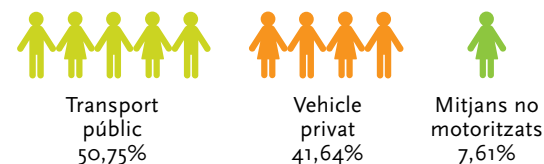
A més, aquest volum de vehicles no es distribueix de forma homogènia per l'entramat urbà, sinó que tendeix a aglomerar-se en el temps —especialment a les hores punta del dia— i en l'espai: a les vies d'entrada i sortida (a les rondes es registren 267.229 vehicles diàriament) i a les principals artèries de la ciutat, per on circulen uns 817.417 vehicles cada dia. Per posar un exemple concret, a la

confluència dels carrers Balmes i Gran Via, diàriament hi circulen uns 40.000 vehicles.

Pel que fa als desplaçaments, de les 2.836.856 etapes de connexió que tenen com a origen o destí la ciutat de Barcelona, un 50,75% es fan en transport públic, un 41,64%, en vehicle privat i un 7,61%, en modes no motoritzats. D'aquests desplaçaments, la majoria són per entrar a la ciutat.

Atesa la dificultat que pot suposar en termes de distància accedir a la ciutat a peu o en bicicleta, els desplaçaments per fer aquests recorreguts amb mitjans no motoritzats han minvat, mentre que hi ha hagut un increment en l'ús del transport públic i el vehicle privat (més del 90% del total de desplaçaments).

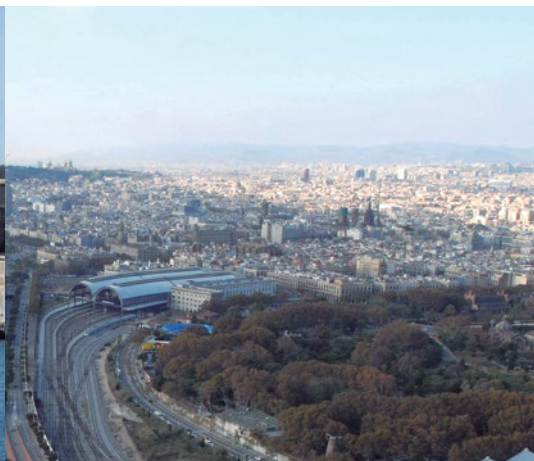
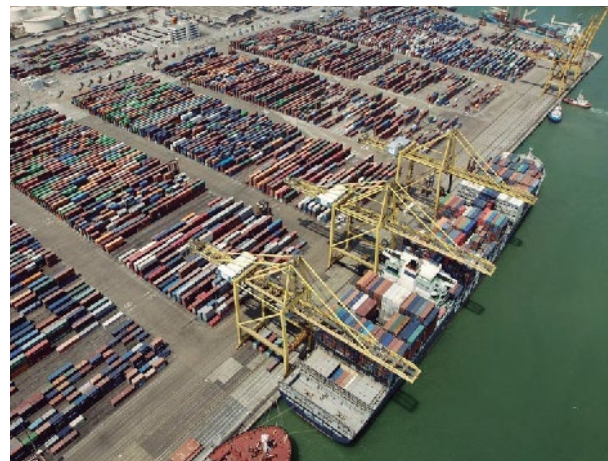
Dades 2015 concretes en %:



Més és menys (en aquest cas...)

Prenent com a referència un autobús amb capacitat per a 80 persones, caldrien 20 turismes per encabir-hi tota aquesta gent, en cas que viatgessin 4 persones per cotxe. Però si tothom viatja sol, parlem de 80 vehicles! És evident que, pel que fa a les emissions contaminants, no és el mateix viatjar sol en cotxe particular que fer-ho acompanyat o en autobús. En aquest sentit, tot i

que el nombre d'emissions dels vehicles més grans acostuma a ser també més gran, com que tenen més capacitat de passatgers, la contribució de cada persona a l'atmosfera és més baixa. Aquest és un dels motius que fa més eficient el transport col·lectiu que el privat, i s'hi poden sumar altres raons, com l'ús de combustibles menys contaminants (autobusos elèctrics, de gas).



Les grans infraestructures de transport: l'aeroport, el port i el ferrocarril

Barcelona és una de les ciutats del món amb més activitat turística. La influència de l'Aeroport del Prat en la qualitat de l'aire es deu més a les emissions derivades de la mobilitat de les persones que transporta que no pas a les emissions contaminants derivades del seu funcionament intern: maquinària, instal·lacions, vehicles de servei i, és clar, avions.

Dels avions s'acostumen a considerar les emissions associades a les activitats que es desenvolupen a prop de l'aeroport i per sota dels 3.000 peus (914 m), com l'aterratge, la circulació per les pistes, l'estada en espera amb les turbines en funcionament o l'enlairament. Aquestes emissions varien força en funció del tipus d'avió i de vol i del consum de combustible.

Aeroport de Barcelona (2016)



44 milions
de passatgers⁸



132.754.964 operacions
de càrrega⁹

117.000 tones
de mercaderies¹⁰

La influència de l'activitat del Port de Barcelona en la qualitat de l'aire a la ciutat s'associa principalment a la mobilitat que representen les operacions de maniobra i atracada dels vaixells al port, però també a l'operació de grues, vehicles de suport i infraestructures.

Port de Barcelona (2015)



més de 2,5 milions de
moviments de persones

1,2 milions eren
creueristes



trànsit de mercaderies:
més de 8.000 bucs

46.000.000 tones
de matèries primeres
i productes a la ciutat¹¹

A la importància de l'Aeroport i el Port com a grans infraestructures de transport, caldria sumar-hi la mobilitat associada al ferrocarril.

Quant a les persones, les connexions ferroviàries exteriors més importants de la ciutat són els trens internacionals (865.000 passatgers l'any 2015) i, sobretot, el corredor de l'alta velocitat Barcelona-Madrid, el qual va incrementar el volum de passatgers fins arribar als 3,7 milions el 2015.

Pel que fa a les mercaderies, la ciutat disposa d'espais de logística per al transport ferroviari associats a l'espai del Port i la Zona Franca: Can Tunis i el Morrot. Principalment dona servei a productes del sector de l'automoció, bobines de ferro, paper, cereals i productes químics que transiten entre la franja propera de Catalunya (Baix Llobregat, Tarragona), la península Ibèrica i el centre d'Europa.

En general, però, el pes específic del sector del transport de mercaderies és força baix en comparació amb el trànsit terrestre rodat o els moviments portuaris.



L'estela dels avions

Sovint, en mirar al cel som capaços de veure el rastre lineal que deixen els avions al seu pas. Aquestes traces, conegudes com deixants o *contrail*, són el resultat de la condensació del vapor d'aigua alliberat pels motors dels avions. Aquest vapor passa ràpidament d'estat gasós a cristalls de gel quan entra en contacte amb l'aire fred que l'envolta (-40 °C) si aquest, a més, és molt humit. La formació dels deixants, però, és molt variable, ja que no depèn només de la tem-

peratura i la humitat de l'aire sinó també del tipus de motor de l'avió, el combustible que utilitza, etc. De la mateixa manera, el temps que persisteix en l'aire depèn, entre d'altres factors, de l'estabilitat atmosfèrica (si fa poc vent, fred...). Val a dir que aquestes esteles no afecten la qualitat de l'aire que respirem —en la franja de vol comercial, es formen a uns 10.000 metres d'altitud— ni tampoc la precipitació de pluges.

Notes

1. http://mobilitat.ajuntament.barcelona.cat/sites/default/files/WEB3_DADES-BASIQUES-MOBILITAT15_o_o.pdf
2. http://mobilitat.ajuntament.barcelona.cat/ca/documentacio?field_tipologia_documentacion_tid=12
3. <http://www.amb.cat/es/web/area-metropolitana/dades-estadistiques/mobilitat-i-transport>
4. <http://www.atm.cat/web/ca/EMEF.php>
5. <https://iermb.uab.cat/ca/enquestes/enquestes-de-mobilitat>
6. LAVOLA. *Diagnosi de mobilitat i qualitat de l'aire: estratègia de resiliència i adaptació al canvi climàtic de Barcelona*. Versió 02. Barcelona, setembre de 2016.
7. *Pla de mobilitat urbana de Barcelona 2013-2018*. <<http://mobilitat.ajuntament.barcelona.cat/ca/pla-de-mobilitat-urbana/presentacio>>
8. <http://www.aena.es/csee/Satellite?c=Page&cid=1113582476711&pagename=Estadisticas%2FEstadisticas&folderid=C18FDCA44D299FA87AFEB5A503278784&dssid=4C98AF714BEB41EA4FB6CEB7443958E2>
9. <http://www.aena.es/csee/Satellite?c=Page&cid=1113582476711&pagename=Estadisticas%2FEstadisticas&folderid=C18FDCA44D299FA87AFEB5A503278784&dssid=4C98AF714BEB41EA4FB6CEB7443958E2>
10. http://content.portdebarcelona.cat/cntmng/d/d/workspace/SpacesStore/ae3029eo-2b4c-4439-a95f-d5fc84214581/PortBcnTrafic2015_12_ca.pdf
11. http://www.adif.es/es_ES/ocio_y_cultura/fichas_informativas/ficha_informativa_00047.shtml

An aerial photograph of a densely populated city, likely Barcelona, with a hazy, overcast sky. The city's architecture is visible, including several tall buildings. The image is framed by green vertical bars on the left and right sides.

3. Aire i contaminació



Ara que ja sabem, a grans trets, quins són els components de l'aire i els condicionants i els factors que en determinen la qualitat, és hora d'esbrinar què passa quan els canvis en la qualitat de l'aire tenen conseqüències no desitjades.

En aquests casos parlem de *contaminació de l'aire* o *contaminació atmosfèrica*, un fenomen que pot ser degut a dues causes: 1) els diversos components de l'atmosfera es presenten en concentracions fora del que és habitual, o 2) apareixen nous elements o compostos en l'aire que normalment no hi serien. En ambdós casos parlem de *contaminants atmosfèrics*.



Qui és qui? Els principals contaminants de l'aire

Els contaminants atmosfèrics més presents als espais urbans, i alhora els responsables dels principals problemes de qualitat de l'aire, són especialment els derivats de la mobilitat, essencialment els òxids de nitrogen, els òxids de sofre i el monòxid de carboni, però també les partícules sòlides que resten en suspensió.



Una manera de classificar els contaminants

De contaminants de l'aire n'hi ha de molts tipus i se'ls pot classificar segons criteris de formulació química, estat físic, etc., tot i que el més utilitzat és l'origen.

Així, un **contaminant primari** és aquell que és alliberat directament a l'atmosfera des del focus emissor (xemeneia, tub d'escapament, etc.), com és el cas del monòxid de carboni, el plom o les partícules.

Per contra, un **contaminant secundari** és aquell que no s'emet de manera directa a l'atmosfera sinó que s'origina com a conseqüència de les reaccions entre altres substàncies que actuen com a precursors, especialment contaminants primaris; per exemple, l'ozó troposfèric, els sulfats i els àcids que se'n deriven, els NO_x, els COV o el nitrat de peroxiacetil (conegut com PAN).

CONTAMINANT	DESCRIPCIÓ	ORIGEN	INTERACTUA AMB
Òxids de nitrogen (NO, NO ₂ , NO _x)	Són la suma del monòxid de nitrogen (NO), el diòxid de nitrogen (NO ₂) i altres òxids de nitrogen. El NO ₂ , per exemple, és un gas de color marronós i d'olor irritant.	Les fonts principals d'òxids de nitrogen són els processos de combustió que tenen lloc a altes temperatures, com per exemple la combustió interna dels automòbils, especialment els dièsel (el trànsit en suposa gairebé el 70% de la producció a la ciutat), la incineració de residus, la combustió de carburants o les cremes agrícoles. En el cas del NO ₂ , també pot ser considerat com un contaminant secundari, ja que una part es pot originar a l'atmosfera en reaccionar el NO amb l'oxigen de l'aire o amb l'ozó.	Tenen un paper important en la formació de contaminants secundaris, com l'ozó i les partícules.
Partícules en suspensió	Contaminants que no es troben en forma de gas sinó de partícules de mida i composició variables. S'acostumen a classificar en funció de la seva mida i amb les sigles PM (<i>Particulate Matter</i> en anglès), de manera que les partícules en suspensió anomenades PM ₁₀ són les que tenen de mitjana un diàmetre inferior a 10 micres (una mil·lèsima part d'un mil·límetre), mentre que les anomenades PM _{2,5} tenen un diàmetre mitjà inferior a 2,5 micres. Es parla de pols quan la mida és superior a 20 micres.	Les partícules en suspensió lligades a l'activitat humana provenen majoritàriament de la combustió de combustibles fòssils, dels automòbils (entre un 40 i un 60%), especialment els dièsel, i d'activitats industrials (metal·lúrgia, incineració, mineria, extracció d'àrids i cimenteres...). També sorgeixen pel desgast d'elements relacionats amb la mobilitat, com els pneumàtics o els frens. Les partícules d'origen natural poden provenir de fenòmens com les erupcions volcàniques, els aerosols marins o des de zones àrides i deserts.	Metalls pesants i òxids de sofre, principalment.
Ozó (O ₃)	És un gas incolor que es troba en diverses capes de l'atmosfera. A l'estratosfera (entre 10 i 60 quilòmetres d'altura) és un component natural que intervé positivament en la vida al planeta perquè evita que la llum ultraviolada arribi a la superfície de la Terra. Però a la troposfera, a la part més propera a la superfície terrestre (entre 0 i 10.000 m d'altura), on els nivells naturals d'ozó haurien de ser baixos, si s'acumula en excés esdevé un contaminant.	L'ozó troposfèric és un contaminant secundari format per la reacció de contaminants primaris, principalment compostos orgànics volàtils (COV), com hidrocarburs i òxids de nitrogen (NO _x), en presència de la llum solar. Per això, les concentracions d'aquest compost són més elevades durant els mesos d'estiu (més sol) a la perifèria de les zones on s'emeten les substàncies que el provoquen. No obstant això, l'ozó troposfèric també pot ser transportat molt lluny del lloc on es produeix.	La molècula d'ozó té molta afinitat amb el NO, amb el qual reacciona ràpidament per formar NO ₂

El CO₂ i el canvi climàtic

El diòxid de carboni (CO₂) es classifica dintre dels anomenats **gasos amb efecte d'hivernacle** (GEH). Aquests compostos són els responsables del fenomen físic que fa que les temperatures al planeta siguin aptes per a la vida, en captar la radiació solar i impedir que la calor generada per aquesta radiació marxi cap a l'exterior (com passa en els hivernacles de jardineria).

En els darrers segles, però, les concentracions d'aquests gasos a l'atmosfera, en particular la del diòxid de carboni, han augmentat de manera molt significativa degut a l'acció humana, principalment a la crema de combustibles fòssils per a la producció d'energia i a l'ús de vehicles motoritzats. Com a resultat d'això, el planeta està experimentant un fenomen de sobreescalfament, conegut com *canvi climàtic global*.

Malgrat aquestes implicacions importants en l'àmbit climàtic, a la pràctica **el CO₂ no es considera un contaminant i no té efectes sensibles sobre la qualitat de l'aire**; i és que, tot i que puguin tenir en comú aspectes relacionats amb l'atmosfera, cal recordar que canvi climàtic i qualitat de l'aire no són el mateix.



Atesa l'estreta relació que hi ha entre la qualitat de l'aire i la salut de les persones, ha sorgit la necessitat de seguir l'evolució dels contaminants atmosfèrics.

Per a fer-ho, s'han desenvolupat metodologies de seguiment, indicadors i llindars límit per als contaminants atmosfèrics, que s'han anat actualitzant i millorant per vetllar per la salut pública i respectar el medi ambient.

Ja el 1984 —al Parc de la Ciutadella— i el 1988 —als Jardins Josep Trueta— a Barcelona es van implantar casetes de control de la qualitat atmosfèrica, dos dels primers exemples de la incipient Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació Atmosfèrica (XVPCA) de protecció de l'ambient atmosfèric de Catalunya.

Actualment, la XVPCA disposa d'uns 130 punts fixos de mesurament a Catalunya (<http://dtes.gencat.cat/icqa/>). La ciutat de Barcelona té 11 estacions de mostreig controlades conjuntament per la Generalitat de Catalunya i la Direcció de Serveis de Vigilància Ambiental de l'Agència de Salut Pública de Barcelona, el centre d'anàlisi encarregat del seguiment i la comunicació dels resultats.

Com es mesura la qualitat de l'aire?

Les **estacions de mostreig** disposen d'equips de mesura de la qualitat de l'aire que es classifiquen en funció de la tecnologia que fan servir:

- **Equips automàtics.** Aquests equips de mesura prenen lectures, avaluen els contaminants in situ i envien els resultats als centres de control remot de forma automatitzada i en temps real, la qual cosa permet que els tècnics puguin intervenir ràpidament en cas de necessitat. Normalment s'analitzen amb aquest procediment els òxids de nitrogen (NO , NO_2 , NO_x), el diòxid de sofre (SO_2), el sulfur d'hidrogen (H_2S), l'ozó (O_3), el monòxid de carboni (CO), les partícules PM_{10} i els compostos orgànics volàtils (COV).
- **Equips manuals.** A diferència dels anteriors, aquests equips només permeten obtenir una mostra en el lloc de mesurament, i aquesta s'ha d'analitzar en un laboratori. Per això els valors no són en temps real. Amb aquest procediment s'acostumen a determinar el benzè, el benzopirè (com a indicador d'hidrocarburs aromàtics policíclics), els compostos orgànics volàtils (COV), el plom (Pb), l'arsènic (As), el cadmi (Cd), el níquel (Ni) i les partícules PM_{10} i $\text{PM}_{2,5}$, així com els metalls pesants que aquestes contenen.

Tanmateix, les **estacions** es poden classificar en funció del lloc on estan ubicades, ja que a partir dels elements presents en el seu entorn proper, com els focus emissors, aportaran uns criteris o altres de la dinàmica atmosfèrica. D'aquesta manera, normalment es distingeix entre tres tipus d'estacions:

- **Estacions de fons urbà.** Són aquelles que mesuren els nivells dels contaminants que són representatius de l'exposició de la població urbana en general. Això vol dir que el focus (el trànsit, en el nostre cas) està allunyat d'aquests punts. A Barcelona estan ubicades a la Ciutadella (al Parc i a l'Institut d'Educació Secundària Verdaguier), a la Vall d'Hebron, a la Zona Universitària (av. Diagonal 643, camps experimentals de la Facultat de Biologia), al Palau Reial, al Poblenou (c. Lope de Vega), a Sants (Jardins de Can Mantega) i a l'Institut d'Educació Secundària Goya (el Guinardó).
- **Estacions urbanes de trànsit.** Tenen la influència directa d'una o diverses vies principals de trànsit i se subdivideixen entre les estacions de trànsit moderat i les de trànsit molt intens, com rondes, autovies o carrers principals. A la ciutat es troben a Gràcia-Sant Gervasi (pl. Gal·la Plàcidia), a l'Eixample (av. Roma – Comte Urgell) i a la plaça Universitat.
- **Estacions industrials.** Són les que reben un impacte directe d'alguna activitat industrial. Solen formar part d'un pla de vigilància de la qualitat de l'aire al voltant d'una activitat industrial d'acord amb la seva autorització ambiental. A Barcelona en trobem una localitzada al Port Vell que rep la influència de l'activitat portuària.



I aquesta furgoneta tan estranya?

A més de la xarxa d'estacions fixes, la qualitat de l'aire es mesura a través de les denominades estacions mòbils, vehicles equipats amb analitzadors automàtics i captadors manuals i amb un petit laboratori al seu interior. També incorporen una estació meteorològica per mesurar paràmetres com la temperatura, la velocitat del vent, la humitat relativa, etc. La importància d'aquestes unitats mòbils rau en què serveixen per arribar allà on la xarxa d'estacions fixes no té presència.

Quan es disposa de les mesures d'immissió registrades per les diferents estacions de seguiment de la qualitat de l'aire, els valors dels contaminants obtinguts es contrasten amb la normativa. En aquest sentit, els valors de referència emprats són els establerts per la Unió Europea en tots els seus estats membres i no tenen en compte un únic indicador, sinó una bateria de valors associats a un barem més o menys sever quant a l'impacte per a la salut humana. Aquests valors són:

- **Valor límit.** Nivell fixat seguint criteris científics amb la finalitat d'evitar, prevenir o reduir els efectes nocius per a la salut humana i el medi ambient, que s'ha d'assolir en un període determinat i no superar-se un cop s'hi arriba. Normalment es considera com a període de referència una hora (**valor límit horari**) i un dia (**valor límit diari**).
- **Nivell crític.** Valor fixat seguint criteris científics per sobre del qual es poden produir efectes nocius per a alguns receptors, com plantes, arbres o ecosistemes naturals, però no pas per a l'ésser humà.
- **Llindar d'alerta.** Nivell a partir del qual una exposició de durada breu suposa un risc per a la salut humana que afecta el conjunt de la població i que requereix l'adopció de mesures immediates de les administracions.
- **Llindar d'informació.** Nivell a partir del qual una exposició de durada breu suposa un risc per a la salut humana de la població més sensible al contaminant i a partir del qual s'haurà d'informar la població.

Les normatives sobre la qualitat de l'aire

Actualment, la Directiva 2008/50/CE, de 21 de maig, relativa a la qualitat de l'aire ambient i a una atmosfera més neta a Europa, és el marc normatiu de referència pel que fa a la regulació de la qualitat de l'aire als estats membres. Aquesta directiva recull el testimoni de la feina feta anteriorment, d'ençà d'altres disposicions i normatives. I la Directiva 2004/107/CE, de 15 de desembre de 2004, relativa a l'arsènic, el cadmi, el mercuri, el níquel i els hidrocarburs aromàtics policíclics en l'aire ambient.

Seguint les directrius del marc europeu hi ha la Llei 34/2007, de qualitat de l'aire i protecció de l'atmosfera, i el Reial decret 102/2011, relatiu a la millora de la qualitat de l'aire, modificat recentment (RD 678/20115, d'1 d'agost), on es troben, entre d'altres, la definició dels objectius de qualitat de l'aire per als diferents contaminants, les metodologies de seguiment i els seus valors de referència.

En l'ordenament jurídic català, els textos de referència són molt més antics que els documents europeus o espanyol, concretament de la dècada de 1980: Llei 22/1983, de protecció de l'ambient atmosfèric de Catalunya, desplegada pel Decret 322/1987.

I en l'ordenament municipal, l'Ordenança del medi ambient de Barcelona, aprovada el 25-2-2011¹ i modificada el 9-4-2014².

Ara bé, aquests valors administratius no són els únics que avui en dia es consideren com a referència de la qualitat de l'aire. En aquest sentit, l'Organització Mundial de la Salut (OMS) va publicar l'any 2005 les Directrius sobre la qualitat de l'aire, un document que aporta informació relativa als riscos sanitaris derivats de la contaminació atmosfèrica, així com els nivells de referència per a diversos contaminants: partícules (PM), diòxid de nitrogen (NO_2), diòxid de sofre (SO_2) i ozó (O_3).

La diferència principal entre les dues directrius és que l'OMS és més restrictiva que la normativa europea en tres dels quatre contaminants considerats, concretament del material particulat, (tant PM_{10} com $\text{PM}_{2,5}$), l'ozó i el diòxid de sofre.



L'evolució de la qualitat de l'aire a la ciutat

Totes aquestes mesures i indicadors són essencials a l'hora de fer el seguiment de la qualitat de l'aire a la ciutat. I és que, tot i que aquest paràmetre sigui força dinàmic, monitorar-lo i estudiar els factors que el condicionen permet caracteritzar i avaluar com canvia al llarg del temps.

Anualment, l'Agència de Salut Pública de Barcelona comunica els resultats de les diferents mesures de la qualitat de l'aire a la ciutat i els compara amb els valors establerts per les directrius de la UE i l'OMS. A més de radiografiar l'aire a la ciutat, aquests informes també serveixen per avaluar l'evolució històrica dels principals contaminants estudiats i veure les tendències que van experimentant.

En general, la tendència dels últims anys havia manifestat una certa millora de la qualitat de l'aire, molt probablement associada a un descens de les activitats a causa de l'escenari de crisi econòmica viscuda d'ençà de l'any 2008.

No obstant això, amb els primers símptomes de recuperació de l'activitat, a partir del 2013 i el 2014, aquesta millora aparent s'ha esvaït i els nivells de contaminació atmosfèrica han tornat a pujar.

Els experts situen les causes principals de les superacions de contaminants en els efectes del trànsit rodat a la ciutat. No en va, l'inventari d'emissions de contaminants³ a la zona de protecció de l'ambient atmosfèric per a l'any 2011 revelava que el transport terrestre és el responsable de la generació de més de la meitat de les emissions de NO_x i PM_{10} . Aquesta xifra és molt superior al 30%, el valor mitjà estimat de la contribució del transport terrestre a la contaminació de les principals ciutats al món⁴.

En el darrer informe publicat per l'Agència de Salut Pública de Barcelona (2016)⁵ es fa palès que, en l'àmbit de la ciutat, no es van acomplir alguns dels objectius de qualitat de l'aire establerts. Durant el 2016, a Barcelona aquest paràmetre va seguir la mateixa tendència que anys anteriors: es van acomplir els valors límit o objectiu establerts al RD 102/2011 amb l'excepció del diòxid de nitrogen. Tanmateix, es van superar els valors de referència de l'OMS per als contaminants NO_2 , material particulat (PM_{10} i $\text{PM}_{2,5}$), benzè, ozó i benzopirè.

L'incompliment dels nivells mitjans anuals de concentració de NO_2 i PM va provocar que Barcelona i 40 municipis del seu entorn metropolità fossin delimitats com a zona de protecció especial de l'ambient atmosfèric, designació que fa necessari posar en marxa tota una sèrie de mesures per acomplir els valors legals.



I a la resta del món?

La darrera anàlisi de l'aire feta a la UE (EEA, 2016) va integrar dades de 42 països i va mostrar que en els últims anys la qualitat de l'aire està millorant lentament. Aquesta tendència es deu, en bona mesura, a les polítiques de control i, especialment, a la reducció d'emissions. No obstant això, actualment la contaminació atmosfèrica és el problema de salut ambiental més important del continent. Un elevat percentatge de la població europea continua encara exposada a nivells que excedeixen els valors de referència de la UE i, sobretot, les directrius de l'OMS.

Així, mentre que a Barcelona els problemes principals per a la salut de les persones es donen principalment amb el NO_2 , igual que passa a ciutats com Londres, Berlín o París, en el conjunt d'Europa prenen molta més rellevància els nivells de partícules, l'ozó troposfèric

(O_3) i, en menys quantitat, l'esmentat NO_2 i altres contaminants.

En el cas dels espais naturals i la biodiversitat, el contaminant que més complicacions està registrant al continent és un altre cop el O_3 , però també els compostos nitrogenats com l'amoniac (NH_3) i els NO_x . Tanmateix, si prenem com a referència el conjunt del món, l'OMS estima que el 92% de la població viu en llocs on els contaminants presents en l'aire excedeixen els límits fixats en les seves directrius.

A la resta del món, les Nacions Unides⁶ citen la reducció lleugera dels compostos de sofre i de nitrogen però assenyalen les partícules i l'ozó troposfèric com els principals contaminants que avui en dia afecten la qualitat de l'aire, especialment les primeres, amb nivells preocupants en ciutats de l'Àfrica, l'Àsia i l'Amèrica Llatina.

L'estat de la qualitat de l'aire a Barcelona

Un cop recollida i analitzada tota aquesta informació sobre els contaminants, la tasca de vigilància ambiental de la qualitat de l'aire es completa amb les accions d'informació i comunicació ciutadanes, però portar-les a terme no és senzill, ja que requereix treballar amb moltes dades i terminologia de caire tècnic (unitats de mesura, lindars, processos, etc.) que poden ser difícils d'entendre.

En els darrers anys s'han desenvolupat diverses propostes metodològiques amb l'objectiu de reunir en un únic indicador les mesures dels diferents contaminants presents a l'atmosfera. Aquest indicador serviria per respondre a la pregunta 'com és la qualitat de l'aire que respirem?' d'una forma senzilla i entenedora per a la ciutadania.

EQAB	NO2 màxima horària (µg/m³)	PM10 mitjana diària (µg/m³)
Bo	0-40	0-20
Moderat	40-140	20-40
Regular	140-160	40-50
Dolent	160-200	50-80
Molt dolent	més de 200	més de 80



Actualment, a Barcelona s'utilitza l'Estat de la Qualitat de l'Aire de Barcelona (EQAB)⁷ per facilitar la comprensió del nivell de qualitat de l'aire a la ciutat en temps real.

S'ha establert una classificació en cinc nivells representats amb un codi de colors, que van des d'una qualitat bona fins a una de molt dolenta. L'escalat dels nivells es basa en les concentracions de diòxid de nitrogen (NO₂) i de les partícules respirables (PM₁₀) presents a l'atmosfera.

La classificació està basada en els lindars de referència de l'OMS i en les diverses fases establertes en el Protocol municipal per episodis d'alta contaminació.

Què passa quan se superen els valors límit a curt termini?

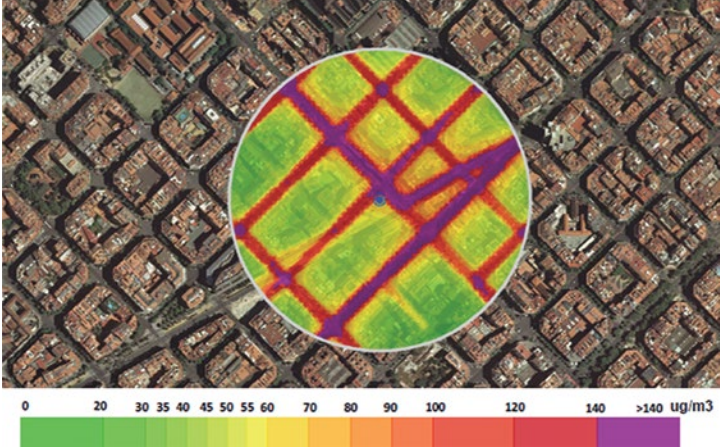
Quan els nivells de contaminació atmosfèrica superen els valors límit marcats d'acord amb criteris de salut pública succeeix el que s'anomena un episodi ambiental de contaminació.

A Barcelona generalment se'n produeixen uns 3 a l'any, especialment en relació amb concentracions de partícules en suspensió PM₁₀ i òxids de nitrogen NO₂. Per reduir al màxim els efectes dels episodis puntuals de contaminació ambiental i treballar estructuralment en la reducció dels nivells de contaminació diaris, l'Ajuntament de Barcelona preveu un paquet d'actuacions seguint el que disposa la Mesura de Govern "Programa de mesures contra la contaminació atmosfèrica de Barcelona"⁸.

La Generalitat de Catalunya té la competència per declarar un episodi ambiental de contaminació en les fases d'Avís preventiu i d'Episodi, i l'Ajuntament de Barcelona es dota d'una fase prèvia de Seguiment atent, on es fa un seguiment més exhaustiu dels nivells.

Els lindars dels dos principals elements contaminants (NO₂ i PM₁₀) en cada fase són:

- **Avís preventiu o preavis.** Té lloc quan els nivells són moderats en més d'una estació: NO₂ de 160 µg/m³ de mitjana en una hora i/o partícules PM₁₀ de 50 µg/m³ de mitjana diària, amb tendència a mantenir-se o augmentar en les hores immediates.



- **Episodi ambiental de contaminació.** S'activa quan en més d'una estació de control els nivells de NO₂ superen el valor límit horari de 200 µg/m³ i no es preveu que millori a un dia vista. En el cas de les partícules PM₁₀, aquest valor superat en diverses estacions ha de ser de 80 µg/m³ diari o per sobre dels 50 µg/m³ durant més de tres dies consecutius.

Protocol en casos d'episodi ambiental de contaminació

Activació subjecta a una previsió desfavorable dels models meteorològics i de qualitat de l'aire

	Seguiment atent	Avís preventiu	Episodi
NO2	140 µg/m³ (horari)	160 µg/m³ (horari)	200 µg/m³ (horari)
PM10	—	50 µg/m³ (diari)	80 µg/m³ (diari) o més de tres dies seguits 50 µg/m³ (diari)
	Lindars que cal superar en més d'una estació de la XVPCA de la zona		

Responsabilitat d'activació i desactivació:
Generalitat de Catalunya



Part del Sàhara, a Barcelona

En ocasions, el cel de la ciutat sembla que es tenyeix d'un lleuger color groguenc i la visibilitat empitjora. Això és degut al fenomen de la intrusió de pols mineral, mitjançant el qual determinats processos atmosfèrics arrossegueu material particulat procedent dels deserts d'Àfrica i l'escampen per l'àrea de la Mediterrània.

En aquests casos, la qualitat de l'aire es veu afectada i es poden registrar valors de PM10 superiors als habituals.

Quan la intrusió de partícules africanes ve acompanyada de pluviositat, la pols deixa una empremta ben visible al paisatge urbà, especialment als cotxes; són les anomenades *pluges de fang*.

Quan es declara un episodi de contaminació atmosfèrica es posen en marxa algunes mesures extraordinàries amb l'objectiu de revertir la situació. Entre aquestes mesures destaquen:

- La regulació dels focus emissors com ara les indústries.
- La limitació de velocitat per als vehicles, sobretot en els accessos a la ciutat.
- L'activació dels missatges d'avís per a la població a través de diferents mitjans de comunicació (panells de trànsit, ràdio, televisió, xarxes socials, etc.).

A Barcelona, l'Ajuntament segueix un protocol⁹ amb l'objectiu d'establir i executar les mesures extraordinàries en cas que els nivells de contaminació de l'aire augmentin i es declari episodis de contaminació atmosfèrica.

Entre les mesures que inclou aquest protocol trobem les següents: ►



SEGUIMENT DE LA QUALITAT DE L'AIRE I COMUNICACIÓ	MOBILITAT I TRÀNSIT	PREVENCIÓ DEL MATERIAL PARTICULAT
<p>Es monitoren de forma acurada els nivells de contaminants. Per exemple, es fa el que s'anomena <i>Seguiment atent</i> abans de la fase de Preavís quan els nivells de NO₂ assoleixen els 140 µg/m³ de mitjana horària.</p> <p>Es millora la comunicació a la població a través de mesures com la implantació de dos punts de control de fums a la ciutat, que se suma a la comunicació habitual (plafons d'informació, webs, xarxes socials, etc.).</p>	<p>Es restringeix la mobilitat:</p> <ul style="list-style-type: none">• Es fan canvis en la regulació dels semàfors.• S'encareix i es prohibeix, si escau, l'aparcament a la calçada.• Es prohibeix la circulació de vehicles en funció de la seva capacitat contaminant, identificats segons etiquetes de la DGT (B, C, ECO, o).• S'implanten de forma extraordinària carrils bus VAO en vies d'accés a la ciutat (la Diagonal, la Gran Via, la C-58, etc.). <p>Es promociona el transport públic:</p> <ul style="list-style-type: none">• Es mobilitzen vehicles addicionals.• Augmenta la freqüència del transport públic.• S'impulsen abonaments de transport públic a preus reduïts.	<ul style="list-style-type: none">• Els parcs i les places no asfaltats es reguen amb aigua freàtica.• S'incrementa el reg dels carrers.• Es prohibeixen els aparells bufadors en la neteja de la ciutat.• Es reforça el control de les obres o, fins i tot, es prohibeixen les activitats que són més pulverulentes.

Notes

1. <http://hdl.handle.net/11703/86859>

2. <http://hdl.handle.net/11703/86860>

3. http://mediambient.gencat.cat/web/.content/home/ambits_dactuacio/atmosfera/qualitat_de_laire/oficina_tecnica_de_plans_de_millora/pla_millora_qualitat_de_laire_2011_2015/tramitacio_aprovacio/documents/pmqa_2014_cap_ii_inventari.pdf

4. DORA [et al.], 2011.

5. <http://www.aspb.cat/wp-content/uploads/2016/07/Avaluacio-de-la-qualitat-aire-a-la-ciutat-de-barcelona-2016-PRV.pdf>

6. UNEP, 2012

7. <http://ajuntament.barcelona.cat/qualitataire/ca/classificaci-de-l-estat-de-la-qualitat-de-l-aire-de-barcelona-eqab>

8. http://ajuntament.barcelona.cat/qualitataire/sites/default/files/pdfs/Mesures%20Govern_CAT_low.pdf

9. <http://ajuntament.barcelona.cat/premsa/wp-content/uploads/2016/11/Programamesurescontracontaminacio.pdf>



4. Aire, salut i entorn



Tal com hem dit als primers capítols d'aquesta guia, respirar és una de les necessitats bàsiques que tenim tots els éssers humans; però a més, el fet que aquest aire sigui net suposa un requisit bàsic per satisfer les nostres necessitats fisiològiques amb garanties per gaudir d'una bona salut i benestar.

Per aquest motiu, la contaminació atmosfèrica és un risc important per a la salut i la qualitat de vida de les persones, a més de ser una problemàtica ambiental molt notable per al conjunt dels éssers vius i els ecosistemes.



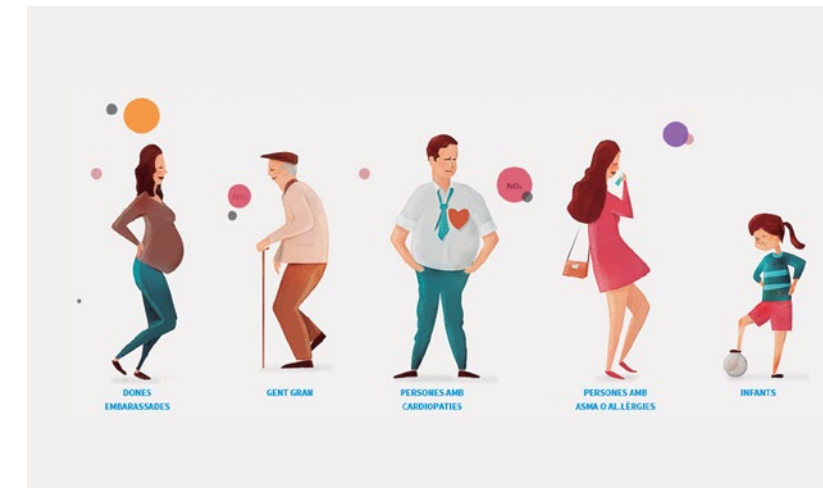
Com afecta la qualitat de l'aire a la nostra salut?

Resulta evident, i els estudis científics i socio-sanitaris així ho demostren, que com més baixos siguin els nivells de contaminació i més bona sigui la qualitat de l'aire, millor serà la nostra salut, tant a curt com a llarg terminis. Ara bé, tal com succeeix en molts altres fenòmens i substàncies, els símptomes, efectes toxicològics i malalties deguts a la intervenció dels contaminants atmosfèrics no es manifesten de la mateixa manera en totes les persones.

En primer lloc, els efectes depenen del tipus de contaminant, així com de la dosi i el temps que s'hi està exposat. Sobre això, tot i l'existència dels nivells legistats, és molt important tenir ben present que la relació causa-efecte mai no és exacta i a la pràctica no hi ha cap dosi o exposició que comporti un "risc zero" ni cap valor a partir del qual es puguin descartar efectes per a la salut. A més, hi ha ocasions en què a aquestes afecions s'hi sumen factors directes, com sinergies, i efectes subjacents que fan complicat determinar amb exactitud les relacions de causa i efecte.

Entre aquests altres factors trobem les peculiaritats de l'entorn, com ara les condicions climàtiques. Per exemple, més humitat atmosfèrica pot afavorir més penetració de contaminants al cos quan aquests s'associen amb les partícules d'aigua dissoltes a l'aire.

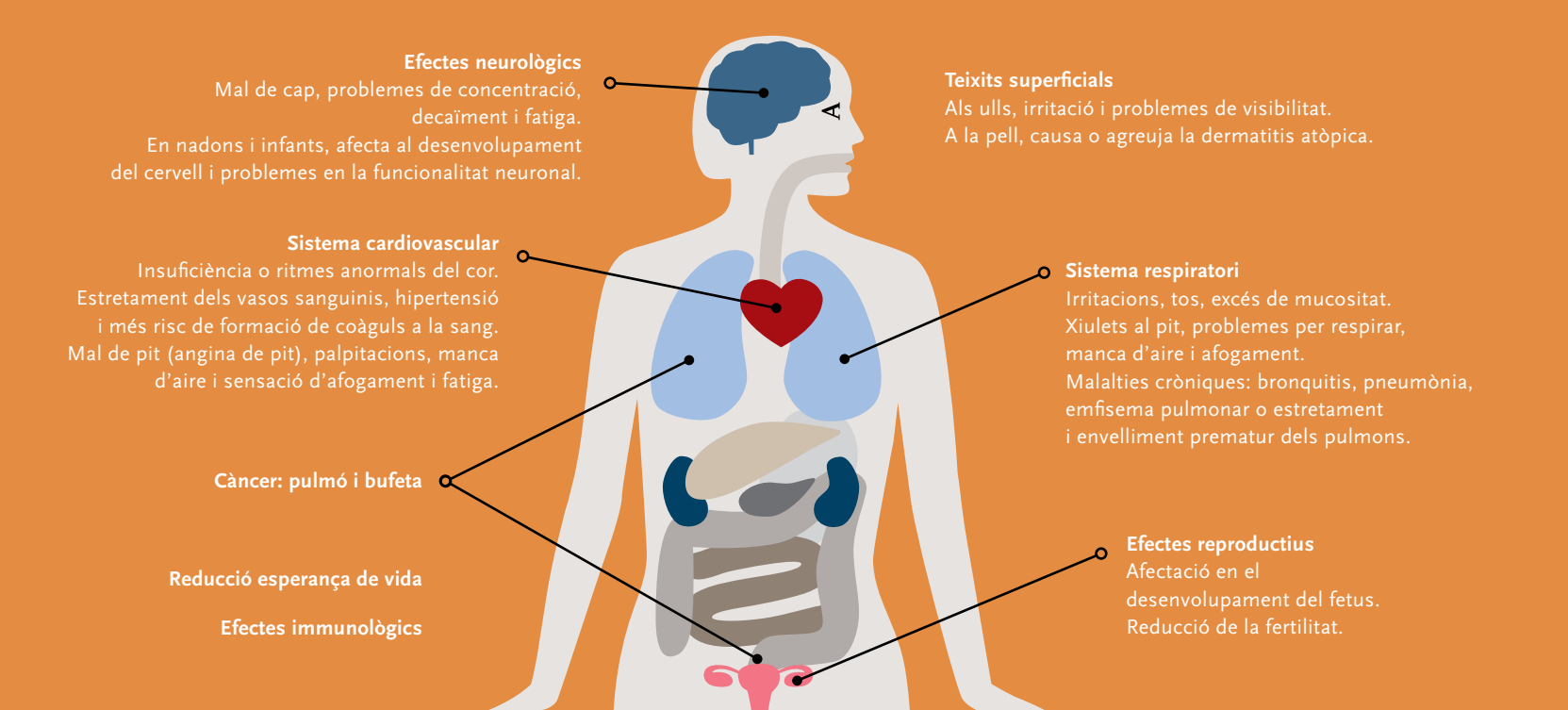
Un altre aspecte clau a tenir en compte en aquest escenari multicausal són els factors relacionats amb la vulnerabilitat de cada persona, com ara l'edat o l'estat de salut general, que poden minimitzar o agreujar els efectes de la contaminació de l'aire en la salut. Així, es considera que col·lectius com els nadons i els infants, que



estan en fase de creixement, les dones embarassades, la gent gran o les persones amb insuficiències o malalties cardiorespiratòries són població de risc davant d'episodis de contaminació de l'aire i requereixen una atenció especial.

La interacció dels contaminants atmosfèrics amb el nostre organisme és un procés complex que s'inicia amb l'entrada d'aquestes substàncies a l'organisme, ja sigui en forma de gas, vapor, aerosol o partícules. Normalment ho fan a través de les vies respiratòries, però en funció dels compostos, els contaminants també es poden ingerir o ser absorbits a través de la pell, així com afectar altres teixits superficials com els ulls.

Un cop els contaminants arriben al nostre organisme poden tenir destinacions diverses: poden romandre als òrgans als quals arriben, com els pulmons o l'estomac, o traspasar-los fins al torrent sanguini (com fa l'oxigen quan respirem) i ser transportats arreu del cos.



A mesura que aquestes substàncies circulen pel nostre organisme poden patir transformacions químiques que n'afavoreixin la “desintoxicació” (per exemple, a través de l'acció del fetge), però també poden ser eliminades del cos a través de fluids com l'orina, la suor, la mucositat, la femta o simplement a través de l'esternut. Val a dir, però, que la llet materna és un altre fluid corporal susceptible de rebre contaminants de l'aire amb una significació més greu, ja que en comptes de ser eliminats de l'organisme són traspassats als nadons.

Ara bé, també pot donar-se l'acció contrària i que els contaminants no s'eliminin del cos, sinó que restin emmagatzemats en teixits com els cabells, els ossos, les glàndules o el greix corporal. En aquests casos, els efectes poden

arribar a ser més importants degut a l'efecte de bioacumulació.

Tot i que el sistema respiratori és el que més pateix la influència dels contaminants, aquestes substàncies poden provocar problemes en altres parts del nostre cos:

Sistema respiratori

La contaminació de l'aire pot provocar irritacions al llarg de les vies respiratòries amb quadres simptomàtics de tos o excés de mucositat, així com xiulets al pit, problemes per respirar, manca d'aire i afogament. També s'associa a malalties més agudes i que poden arribar a ser cròniques, com la bronquitis, la pneumònia, l'emfisema pulmonar o l'estretament i envelliment prematur dels pulmons.

Sistema cardiovascular

Pel que fa als efectes cardíacs, menys oxigenació associada a la reducció de la funció pulmonar pot derivar en problemes més greus com insuficiència o ritmes anormals del cor (inclús arrítmies), al temps que una irritació del teixit vascular pot donar lloc a l'estretament dels vasos sanguinis, hipertensió i més risc de formació de coàguls a la sang. En ocasions, aquests problemes cardiovasculars es manifesten amb símptomes com mal de pit (angina de pit), palpitations, manca d'aire i sensació d'afogament i fatiga.

Teixits superficials

En el cas dels ulls, a més dels problemes de visibilitat derivats d'una atmosfera contaminada (fums, partícules, etc.), la contaminació de l'aire pot provocar irritació. A la pell, la contaminació atmosfèrica podria ser causant o agreujant de problemes de dermatitis atòpica.

Efectes neurològics

Una mala qualitat de l'aire pot provocar mal de cap, problemes de concentració, decaïment i fatiga. Altrament, en nadons i infants la contaminació de l'aire pot afectar el desenvolupament del cervell i provocar problemes en la funcionalitat neuronal normal. Aquest fet no és aïllat i pot ser molt significatiu, ja que hi ha estudis¹ que han posat de manifest la seva rellevància en moments tan sensibles com les hores d'entrada i sortida de l'escola, coincidint amb l'augment del trànsit rodat. Així mateix, d'altres ho associen a un desenvolupament cognitiu més lent en infants que assisteixen a escoles situades en entorns contaminats².

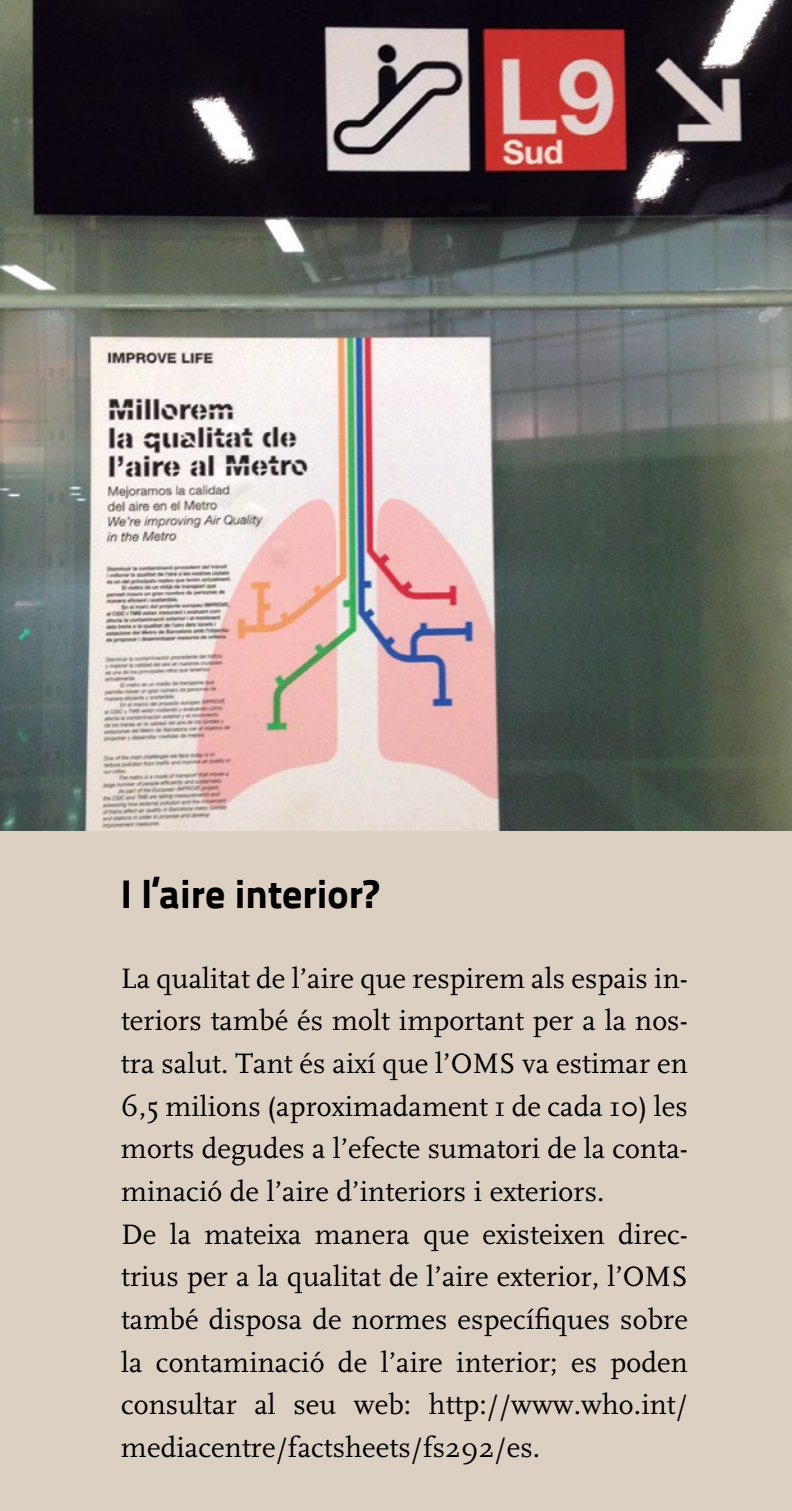
El pol·len i les al·lèrgies

El pol·len és el nom amb què coneixem genèricament el conjunt dels grans microscòpics més o menys esfèrics que produeixen les plantes amb flor (espermatòfits) on es troben les cèl·lules reproductives masculines necessàries per a la fecundació d'aquests organismes.

La concentració d'aquest polsim a l'aire és també un element que influeix en la seva qualitat i, tot i que no es considera un contaminant, sí que és un tipus de material particulat amb efectes importants per a la salut humana que es relaciona amb problemes respiratoris i al·lèrgies que s'agregen durant la primavera. Segons l'OMS, el nombre de persones al·lèrgiques en els països industrialitzats se situa entre el 10 i el 25% de la població, un percentatge que augmenta a causa de l'increment de la sensibilitat a la qual contribueixen els contaminants ambientals presents a l'aire. Per saber més sobre el seguiment i els valors del pol·len en diferents punts de Catalunya, inclosa la ciutat de Barcelona, es pot visitar l'espai web del Punt d'Informació Aerobiològica: <http://lap.uab.cat/aerobiologia/>.

Efectes immunològics

La contaminació de l'aire és un factor que pot contribuir a reduir la funció immunitària de l'organisme i donar lloc a malalties o agreujar-les. Per exemple, estudis fets als Estats Units³ han relacionat la contaminació de l'aire amb la disminució d'un gen propi de la funció immune que tendeix a incrementar els efectes de l'asma en les persones. També s'ha associat amb la incidència de diabetis.



I l'aire interior?

La qualitat de l'aire que respirem als espais interiors també és molt important per a la nostra salut. Tant és així que l'OMS va estimar en 6,5 milions (aproximadament 1 de cada 10) les morts degudes a l'efecte sumatori de la contaminació de l'aire d'interiors i exteriors.

De la mateixa manera que existeixen directrius per a la qualitat de l'aire exterior, l'OMS també disposa de normes específiques sobre la contaminació de l'aire interior; es poden consultar al seu web: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs292/es>.

Efectes reproductius

En dones embarassades, la contaminació atmosfèrica també pot afectar el desenvolupament del fetus fins al punt de provocar naixements prematurs o amb menys creixement i pes, però no s'ha demostrat que doni lloc a malformacions. Tanmateix, la mala qualitat de l'aire també podria estar relacionada amb la reducció de la fertilitat.

Càncer

Els darrers informes del Centre Internacional de Recerca sobre el Càncer de l'OMS determinen que la contaminació de l'aire té efectes carcinògens en l'ésser humà i que les partícules d'aire contaminat estan íntimament lligades a l'increment de casos de càncer, especialment de pulmó però també d'altres, com el de bufeta⁴.

En última instància, els efectes dels contaminants atmosfèrics redueixen l'esperança de vida de les persones en un període que pot ser de mesos, inclús un any, i poden arribar a ser mortals, especialment en el cas de malalties cardiovasculars greus, malaltia pulmonar obstructiva crònica, càncer de pulmó o complicacions degudes a infeccions respiratòries.

De fet, s'estima que a Barcelona moren cada any més de 600 persones a causa dels efectes de la contaminació atmosfèrica⁵ i que aquesta xifra arriba a les 3.500 al conjunt de l'àrea metropolitana.

En el cas concret dels espais urbans, es calcula que la mortalitat en ciutats amb nivells elevats de contaminació és un 20% més alta que en d'altres amb una millor qualitat de l'aire.

CONTAMINANT	AFECTACIONS A CURT TERMINI	AFECTACIONS A LLARG TERMINI
Òxids de nitrogen (NO, NO ₂ , NO _x)	En exposicions de curta durada per sobre dels 200 µg/m ³ és un gas tòxic que causa inflamació i irritació de les vies respiratòries.	La seva exposició prolongada dona lloc a problemes al llarg de tot el tracte respiratori, fins i tot als bronquis, com és el cas del NO ₂ , que també té implicacions al fetge. Alhora, els òxids de nitrogen que penetren a l'organisme combinats amb l'hemoglobina de la sang poden formar nitrosamines, potencialment cancerígenes. En última instància poden provocar la mort per asfíxia.
Partícules en suspensió	Les partícules sòlides poden provocar irritació de les mucoses i problemes en el sistema respiratori. De fet, si bé les PM ₁₀ són simplement respirables, les PM _{2,5} són inhalants i arriben més endins del sistema respiratori, com ara als alvèols, i poden provocar asma, reducció de les funcions pulmonars i fins i tot malaltia pulmonar obstructiva crònica.	S'estima que l'exposició prolongada a aquest material particulat redueix l'esperança mitjana de vida en quasi 9 mesos. La seva toxicitat es pot veure incrementada en interactuar amb altres contaminants, com ara els òxids de sofre, i esdevenir més perilloses per a la salut, així com tenir efectes cancerígens.
Ozó (O₃)	Els seus efectes estan estretament relacionats amb la concentració i el temps d'exposició al gas, però, en ser un compost altament oxidant i agressiu, pot provocar irritació als ulls i a les mucoses nasals i bucals, penetrar fàcilment i irritar les vies respiratòries i alterar l'activitat pulmonar normal donant lloc a intoxicacions que en els seus nivells més baixos provoquen fatiga, cansament i problemes de concentració i mal de cap.	Alguns estudis recollits per l'OMS han posat de manifest que la mortalitat diària i la mortalitat a causa de malalties del sistema cardiovascular tenen tendència a augmentar lleugerament quan es donen concentracions més grans d'ozó.

Cal tenir present que avui en dia encara no es coneixen el 100% dels efectes que la contaminació de l'aire pot tenir en la salut de les persones. Per aquest motiu, és molt important continuar amb la recerca biomèdica i poder ampliar el coneixement dels processos i fenòmens que succeeixen i de la manera en què aquests influeixen en la salut, i millorar les accions i mesures legals

destinades a controlar la qualitat atmosfèrica. I és que, per exemple, gràcies a la millora del coneixement en la matèria, actualment els límits de referència de l'OMS són els que són, fruit de la revisió dels primers llistats publicats els anys 1987 i 1997 a tenor de la gran quantitat d'estudis i investigacions sorgides en les darreres dècades del segle XX.



Canvi climàtic, qualitat de l'aire i salut

Com ja hem explicat, qualitat de l'aire i canvi climàtic no són el mateix concepte. És important tenir en compte que l'escenari esperat d'augment de l'escalfament global afecti les condicions climàtiques locals, entre les quals la freqüència de les onades de calor i els episodis d'aire estancat (períodes llargs sense pluges). A la conca mediterrània i, a Catalunya en particular, aquests episodis seran especialment greus per a les poblacions de risc, entre les quals es troben les persones amb problemes respiratoris.

ara el rentat de sals i la pèrdua de fertilitat. A més, té efectes directes negatius en la diversitat d'organismes que habiten el terra, especialment en els organismes descomponedors, essencials en el cicle de nutrients i matèria orgànica. En darrera instància, i atès el cicle de l'aigua i els cicles biogeoquímics, gran part de la pluja àcida acaba afectant, directament o indirectament, els ecosistemes aquàtics, tant terrestres com marins, reduint-ne dràsticament el pH, fet que suposa un greu problema de conservació per als organismes que els habiten.

A més de les alteracions químiques, el material particulat afectarà de manera física les plantes. La seva presència suposa la intercepció de la radiació solar en el procés de la fotosíntesi i, per tant, menys entrada d'energia primària a l'ecosistema, cosa que afecta el conjunt de la xarxa tròfica, tant els organismes productors primaris (plantes, fitoplàncton, etc.) com tots els consumidors que depenen d'ells, directament o indirectament.

Igual que passa amb les persones, en el cas dels éssers vius els canvis en la qualitat de l'ai-

Com afecta la qualitat de l'aire al nostre entorn?

Impactes en l'ambient

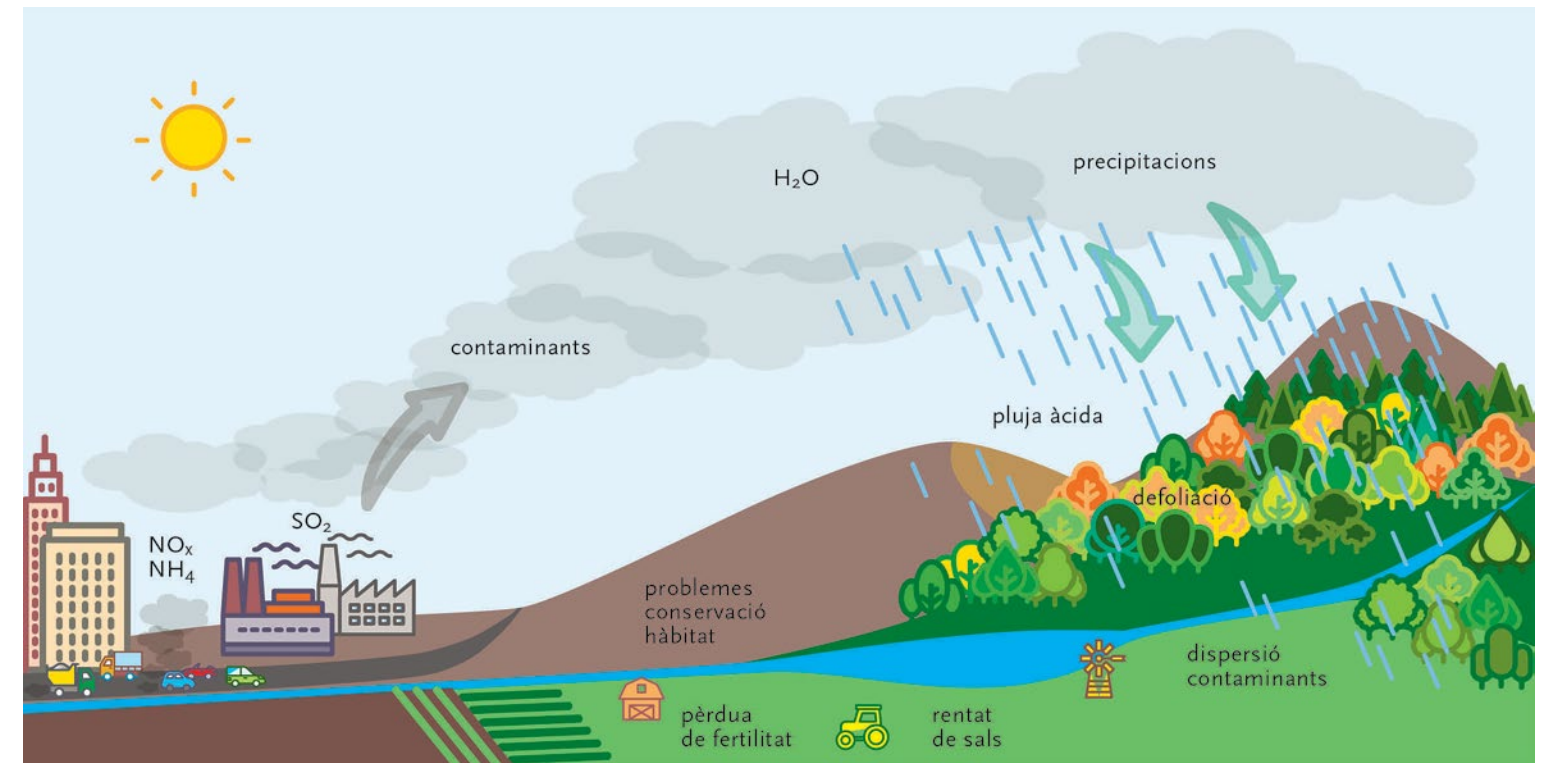
Les persones no som els únics éssers vius que estem subjectes als efectes de la contaminació atmosfèrica. I és que, a més del conjunt d'ecosistemes terrestres i marins que s'integren a la biosfera, cal tenir en compte la conservació dels organismes vius que els habiten i que, d'acord amb les estimacions científiques actuals, poden ser uns 14 milions d'espècies diferents, encara que només s'hagi descrit taxonòmicament una vuitena part d'aquesta xifra teòrica.

Els efectes derivats de la pèrdua de qualitat de l'aire en els ecosistemes s'associen principal-

ment als canvis químics dels hàbitats. Entre tots els problemes ambientals detectats en les darreres dècades, la **pluja àcida** ha estat el principal.

Com ja hem vist anteriorment, aquesta deposició amb un pH per sota de 5,6 es forma principalment quan l'òxid de sofre reacciona amb l'aigua fins a convertir-se en triòxid de sofre i posteriorment en àcid sulfúric. Aquest fenomen, però, també pot ser provocat per la intervenció dels òxids de nitrogen, especialment els nitrats i els compostos amoniacals (NH_4).

D'aquesta manera, la pluja àcida provoca defoliació en boscos, matollars i pastures, i en arribar al sòl hi provoca alteració química, com



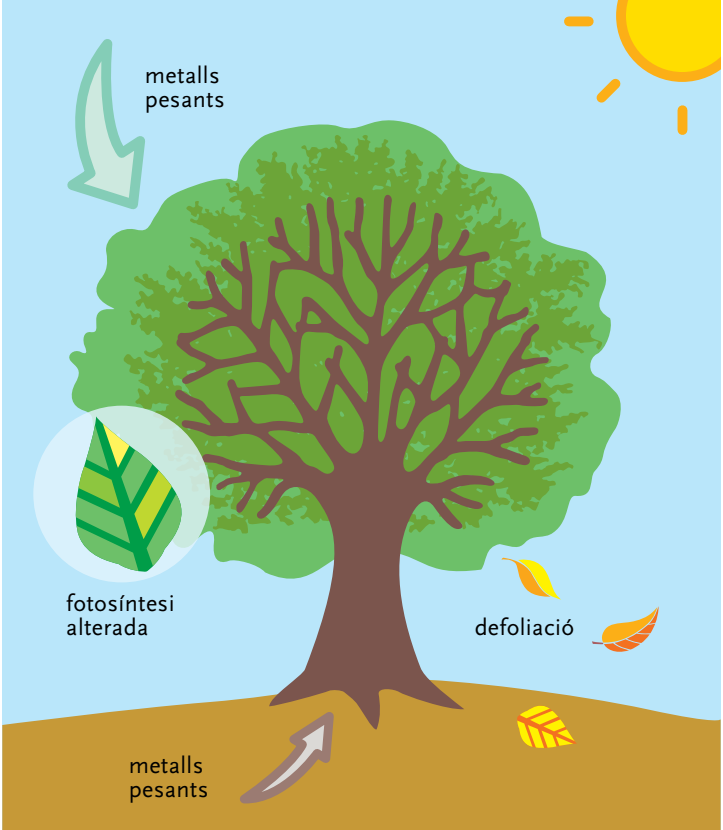


Els ecosistemes més biodiversos del planeta també estan afectats

Quan parlem dels efectes de la contaminació de l'aire en els ecosistemes tenim tendència a pensar només en la desforestació deguda a la pluja àcida. No obstant això, en el conjunt del planeta són molts els ecosistemes i les espècies afectats per aquesta problemàtica ambiental. Un d'aquests exemples especialment significatiu són els esculls de corall, que a la vegada són els ecosistemes amb més diversitat biològica del planeta (en l'àmbit terrestre, són els boscos tropicals). Aquests ecosistemes fràgils compostos d'organismes sèssils (immòbils) pateixen els efectes de l'acidificació de l'aigua dels oceans i l'efecte negatiu de modificació del règim de llum a l'hora de fer la fotosíntesi que provoquen les partícules i les boires d'aerosol, tal com han posat de manifest a l'àrea del mar Carib.

re no afecten per igual totes les espècies; per aquest motiu, les que tenen uns requeriments ecològics més estrictes pateixen molt més, situació que les pot portar a la desaparició quan el seu estat de conservació o la vulnerabilitat de les seves poblacions són extremadament fràgils.

La flora és probablement el grup d'éssers vius més sensible, ja que, a més de l'intercanvi continu de gasos en les seves funcions de fotosíntesi, respiració i evapotranspiració, els vegetals estan irremeiablement exposats a les condicions atmosfèriques, sense possibilitat de moure's si aquestes no són les més adequades.



Efectes de la contaminació en els vegetals

Alteració de la fotosíntesi	Defoliació	Dispersió de metalls pesants
La proliferació de partícules a l'ambient provoca una reducció de la incidència directa del sol a les plantes i, per tant, de l'activitat fotosintètica. Alguns contaminants també tenen efectes químics. És el cas del nitrat de peroxiacetil (PAN), contaminant secundari i tòxic potent que en penetrar pels estomes destrueix la clorofil·la, el principal pigment responsable de la fotosíntesi. Això afecta el metabolisme normal i el desenvolupament de la planta i pot provocar-li la mort.	La pluja àcida originada pels òxids de sofre i de nitrogen pot donar lloc a cremades i defoliació, la qual, si és severa, pot provocar la mort. L'ozó troposfèric també pot tenir efectes defolians.	Poden afectar la química dels sòls i ser assimilats per les plantes o bé entrar-hi en contacte per deposició atmosfèrica. Els provoquen alteracions en la funció fisiològica normal i inclús la mort.

Les orenetes i la contaminació de l'aire

Actualment, l'Institut Català d'Ornitologia gestiona el Projecte Orenetes (<http://www.orenetes.cat/>), una iniciativa de ciència participativa centrada en l'estudi i el seguiment d'un ocell urbà: l'oreneta cuablanca (*Delichon urbica*).

Precisament diversos estudis han posat de manifest la relació d'aquest ocell petit, de color fosc i panxa i gola blanques, amb la qualitat de l'aire, ja que en depèn molt directament tant per viure i criar com per alimentar-se d'insectes voladors. Així, en zones amb nivells elevats de diòxid de sofre s'ha registrat un descens de les seves colònies de cria, mentre que en àrees on s'ha produït una millora de la qualitat de l'aire s'ha observat l'efecte contrari, un retorn d'aquestes orenetes.



Els bioindicadors de la qualitat de l'aire

Els bioindicadors són organismes vius que, pel fet de ser especialment sensibles als canvis ambientals, serveixen per detectar i alertar de modificacions en l'entorn en el moment en què ells mateixos experimenten algun canvi o reacció. En aquest sentit, hi ha bioindicadors que donen informació de canvis en la qualitat de l'aire, com els **líquens** o les **mol·les** —capaçs de reaccionar davant de canvis en les concentracions de contaminants com els òxids de nitrogen o els metalls pesants— o altres éssers vius com papallones, ocells o amfibis. Així, doncs, fer el seguiment en el temps d'aquests éssers vius permet avaluar com canvia la variable d'estudi, per exemple, si la qualitat de l'aire millora o empitjora.

Impactes socioeconòmics

En el cas de les persones, a més dels impactes en la salut, els contaminants atmosfèrics també afecten altres variables socioeconòmiques.

ques de la nostra vida quotidiana, tot i que sovint no són gaire evidents. En podem destacar les següents:

Impactes en el patrimoni arquitectònic i historicoartístic

La pluja àcida, a més de ser un problema per als ecosistemes i els organismes, té efectes negatius importants en els elements construïts. Per corrosió, fa malbé edificis, infraestructures i també obres d'art, jaciments arqueològics, etc.

Impacte directe en l'alimentació

L'afectació en l'activitat pesquera i els impactes severos en els cultius d'aliments i farratges com els derivats de la pluja àcida provoquen una minva de l'activitat del sector primari (amb el consegüent augment de la despesa econòmica). A més, tenen un impacte directe en la disponibilitat i la qualitat dels aliments.

Impactes econòmics en la sanitat

Una millora de la qualitat de l'aire suposaria un notable estalvi de recursos, com ja han posat de manifest alguns estudis econòmics d'àmbit internacional ⁸.

Les molèsties derivades de la reducció de la visibilitat

Quan la concentració de boirum (*smog*) a l'aire supera les 0,1 parts per milió, pot provocar que algunes activitats no es puguin desenvolupar amb normalitat (espectacles a l'aire lliure, per exemple) i inclús poden esdevenir un factor de risc potencial, com en el cas dels accidents de trànsit.

Notes

- PUJOL, J.; MARTÍNEZ-VILAVELLA, G.; MACIÀ, D.; FENOLL, R.; ÁLVAREZ-PEDREROL, M.; RIVAS, I.; FORNS, J.; BLANCO-HINOJO, L.; CAPELLADES, J.; QUEROL, X.; DEUS, J.; SUNYER, J. Traffic pollution exposure is associated with altered brain connectivity in school children. *NeuroImage*, 2016, 129:175-184.
- http://www.isglobal.org/ca/web/guest/project/-/asset_publisher/qf6QOKuKkIC3/content/proyecto-inma-infancia-y-medio-ambiente
- NADEAU, Kari; McDONALD-HYMAN, Cameron; NOTH, Elizabeth M.; PRATT, Boriana; HAMMOND, S. Katharine; BALMES, John; TAGER, Ira. "Ambient air pollution impairs regulatory T-cell function in asthma". *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 2010, 126 (4): 845.
- <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>
- Institut de Salut Global de Barcelona.

- Agència Europea de Medi Ambient segons estudis previs del Grup Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic (2007), organisme internacional que preveu un descens de la qualitat de l'aire a les ciutats en el futur a causa del canvi climàtic. <<https://www.eea.europa.eu/es/senales/senales-2013/articulos/cambio-climatico-y-aire>>
- KWIATKOWSKI, L.; COX, P. M.; ECONOMOU, T.; HALLORAN, P. R.; MUMBY, P. J.; BOOTH, BEN B. B.; CARILLI, J.; GUZMÁN, H. M. "Caribbean coral growth influenced by anthropogenic aerosol emissions". *Nature Geoscience*, 2013, núm. 6, p. 362–366.
- Com les sèries *Health in the Green Economy o Measuring health Gains from sustainable development* publicades per l'OMS, dedicades a estudiar i avaluar els beneficis sanitaris i econòmics de les mesures de millora de la qualitat de l'aire i la mitigació del canvi climàtic.





Partint de la premissa que actualment la qualitat de l'aire és el principal problema ambiental en els espais urbans, tant la comunitat internacional com els governs locals han posat en marxa mecanismes per revertir la situació.

En l'àmbit internacional, la referència en els objectius globals de protecció del benestar humà i el medi ambient la marquen avui en dia els Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS¹). Aquest document inclou la sostenibilitat de les ciutats i la qualitat de l'aire entre les seves fites més significatives. De fet, dins d'aquest document, bona part de l'objectiu número 11 parla de la necessitat de reduir la contaminació de l'aire i els seus efectes, i de manera especial, de vetllar per la salut de les persones i reduir el nombre de malalties i morts prematures que provoca.

Objectiu 11.
Ciutats i comunitat sostenibles:
Aconseguir que les ciutats i els assentaments humans siguin segurs, resilents i sostenibles.



Per assolir aquests objectius, la comunitat internacional ha fet una crida a implementar accions per millorar la qualitat de l'aire a les ciutats en els propers anys. Aquestes accions es poden classificar en tres grans grups, en els quals els aspectes vinculats a la mobilitat tenen un rol cabdal i transversal:

Foment d'una mobilitat més neta	Aposta per un urbanisme més sostenible	Reducció de l'impacte global de les ciutats: eficiència energètica i lluita contra el canvi climàtic
<p>Aposta per mitjans nets que impliquin menys emissions contaminants.</p> <p>Milliores en les xarxes de transport local.</p> <p>Millora del transport global de mercaderies i persones².</p>	<p>Millora de la planificació de les ciutats per optimitzar els desplaçaments quotidians i la connectivitat.</p> <p>Reordenació de l'espai públic, restant espai al trànsit rodat i apostant per espais públics inclusius, segurs i saludables.</p> <p>Increment de les zones verdes.</p>	<p>Reducció de l'ús de combustibles fòssils com el carbó, el petroli o els seus derivats (gas natural, etc.).</p> <p>Aposta per una energia més neta procedent d'energies renovables (solar, eòlica...).</p> <p>Millora de la gestió dels residus, especialment reduint-ne la incineració.</p>



Aquest document, aprovat per les Nacions Unides el 2015, persegueix solucionar els principals problemes i reptes socioambientals als quals s'enfronten actualment la humanitat i el planeta, posant els ulls en l'any 2030. L'agenda consta d'un total de 17 objectius i 169 fites que pretenen transformar el nostre món a partir d'aspectes relacionats amb els drets humans, la pau, l'eradicació de la pobresa i el medi ambient, entre d'altres.

<http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

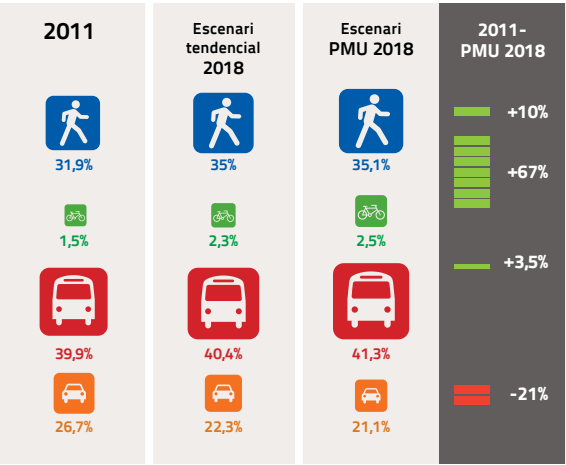
La Declaració de Barcelona per la qualitat de l'aire, la reducció del soroll i la millora de la salut a les grans aglomeracions urbanes

Aquest va ser el títol que va adoptar el document signat el Dia Mundial del Medi Ambient del 2015 com a conclusió final del Simposi Europeu sobre Qualitat de l'Aire, Soroll i els seus Efectes sobre la Salut a les Aglomeracions Urbanes celebrat a Barcelona, en el qual institucions i entitats d'organismes internacionals, administracions diverses, centres de recerca i altres col·lectius implicats en la millora de la qualitat de l'aire van fer una crida global per impulsar actuacions per reduir la contaminació atmosfèrica i el soroll en el conjunt de la Xarxa AIR europea (Air-quality Initiative of Regions). Aquesta xarxa va ser fundada l'any 2011 i està formada per 13 regions i ciutats, entre les quals Barcelona, que representen el 19% de la població del continent (uns 95 milions de persones). <https://airregions.wordpress.com/>

Barcelona actua

Barcelona té el repte d'evolucionar cap a una ciutat més amable. En aquest sentit, l'Ajuntament de Barcelona va aprovar, l'any 2014, el *Pla de millora de la qualitat de l'aire de Barcelona (PMQAB) 2015-2018*³, una eina per lluitar contra la contaminació de l'aire a la ciutat i avançar cap a una societat més eficient, amb menys emissions i que compti amb una millor qualitat ambiental i de vida per a la ciutadania.

El *Pla de mobilitat urbana (PMU) 2013-2018*⁴ de l'Ajuntament de Barcelona estableix les prioritats en matèria de mobilitat a la ciutat durant els propers anys. Planteja més de 60 actuacions per potenciar els desplaçaments a peu, en bicicleta i en transport públic, reduir els desplaçaments en vehicle privat i situar la contaminació atmosfèrica per sota dels límits que marca la UE.



		2012	2018
Mobilitat segura	Aplicació Pla Local Seguretat viària	249 ferits greus 30 morts	→ -20% ferits greus -30% morts
Mobilitat sostenible	Compliment paràmetres UE* per NO ₂ i PM10	NO ₂ : 4 estacions no compleixen (de 7) Valor mitjà anual	→ Compliment dels paràmetres UE en totes les estacions
Mobilitat equitativa	Nova xarxa bus redueix el temps espera a la meitat	99% població té parada bus <250 m. freqüència mitjana 12'	→ 99% població té parada bus <250 m. freqüència mitjana 6'
Mobilitat eficient	Millora de la gestió logística de la mobilitat	Sistema de distribució urbana convencional 2013 Prova Pilot Ciutat Vella	→ Microplataformes logístiques i noves tecnologies. Eficiència ocupació espai públic i millores ambientals

El valor mitjà anual de NO₂ i de PM10 no ha de superar els 40 microgr/m³ en cap de les estacions de mesura de la ciutat. Tampoc no s'ha de superar el valor límit diari de PM10 (50 microgr/m³) més de 35 vegades a l'any, ni el valor límit horari de NO₂ (200 microgr./m³) més de 18 vegades l'any.





El 2016 l'Ajuntament va presentar la Mesura de Govern **“Programa de mesures contra la contaminació atmosfèrica de Barcelona”**⁵. Les mesures recollides en aquest programa tracten la millora de la qualitat de l'aire a la ciutat des de la temàtica principal de la mobilitat sostenible, a partir d'alternatives urbanístiques que l'afavoreixin i de l'ús de mitjans de transport més nets. Però el programa també recull accions destinades a les activitats professionals amb més incidència en la contaminació atmosfèrica (indústria, transport, etc.), així com campanyes i propostes de comunicació i conscienciació ambiental per a tots els públics.

Accions que se'n deriven:



1. Foment del transport públic

- Racionalització i millora del servei d'autobusos. Desplegament de la xarxa ortogonal.
- Millora de la connexió amb la resta de línies interurbanes.
- Foment del tramvia i millores en els seus recorreguts (connexió dels trams de l'av. Diagonal).
- Foment dels carrils bus VAO i desenvolupament de mesures de discriminació positiva dels vehicles amb alta ocupació.







2. Aposta pels mitjans de transport nets

- Foment de l'ús de la bicicleta, amb accions com la creació de carrils bici (per arribar als 300 quilòmetres de carrils bici el 2018), ruttes verdes d'interconnexió amb altres municipis i també aparcaments. En aquest sentit, és interessant consultar l'Estratègia de la bicicleta per Barcelona⁶.
- Promoció del vehicle elèctric, amb accions de suport com les subvencions per adquirir-los (com les ajudes de l'AMB per comprar bicicletes elèctriques) o la instal·lació de més punts de recàrrega distribuïts per la ciutat (actualment n'hi ha prop de 550; http://w41.bcn.cat/mou-te/#xarxa_VE).
- Increment del nombre de vehicles menys contaminants (híbrids o elèctrics) de la flota de vehicles municipals (actualment representen el 40%).
- Afavoriment progressiu dels vehicles menys contaminants, amb accions com bonificacions a les zones d'aparcament o un impost de circulació més baix.
- Penalització del trànsit de vehicles més contaminants, per exemple, prohibint-ne la circulació dintre de certs perímetres urbans o bé incentivant que siguin retirats de la circulació a canvi de contraprestacions com abonaments de transport públic o de Bicing.

Quant contamina el meu vehicle?

La Direcció General de Trànsit (DGT)⁷ classifica els vehicles segons la seva capacitat contaminant, que pot servir de referència a l'hora d'aplicar mesures de restricció de trànsit per als vehicles menys respectuosos amb la qualitat de l'aire. Aquesta catalogació ambiental, representada per diverses etiquetes, empra com a criteris generals el tipus de carburant que fa servir i l'antiguitat de la tecnologia del vehicle; així, els més antics i els que fan servir dièsel com a carburant tenen una qualificació ambiental pitjor que els vehicles 100% elèctrics i els híbrids, més respectuosos amb el medi ambient.



Grau contaminació	Etiqueta	Tipus de vehicle	Quantitat a Catalunya
- Menys	ZERO 	Ciclomotors, tricicles, quadricicles i motocicletes; turismes; furgonetes lleugeres, vehicles de més de 8 places i vehicles de transport de mercaderies classificats en el Registre de Vehicles de la DGT com a vehicles elèctrics de bateria (BEV), vehicles elèctrics d'autonomia estesa (REEV), vehicles elèctrics híbrids endollables (PHEV) amb una autonomia mínima de 40 quilòmetres o vehicles de pila de combustible. No emeten gasos contaminants però sí algunes partícules.	6.050
	ECO 	Turismes, furgonetes lleugeres, vehicles de més de 8 places i vehicles de transport de mercaderies classificats en el Registre de Vehicles de la DGT com a vehicles híbrids endollables amb autonomia < 40 km, vehicles híbrids no endollables (HEV), vehicles propulsats per gas natural, vehicles propulsats per gas natural (GNC i GNL) o gas líquid del petroli (GLP). Emeten menys contaminants i partícules que els vehicles únicament de combustió.	23.299
+ Més	C 	Turismes i furgonetes lleugeres de gasolina matriculats a partir de gener del 2006 i dièsel a partir del 2014. Vehicles de més de 8 places i de transport de mercaderies, tant de gasolina com dièsel, matriculats a partir del 2014.	700.212
	B 	Turismes i furgonetes lleugeres de gasolina matriculats a partir de gener de l'any 2000 i dièsel a partir de gener del 2006. Vehicles de més de 8 places i de transport de mercaderies, tant de gasolina com dièsel, matriculats a partir del 2005.	1.515.698
	Sense distintiu	Resta de vehicles	3.186.000, 570.000 dels quals són de la ciutat de Barcelona

3. Delimitació de zones urbanes d'intervenció especial

Delimitació de certes zones on es porti a terme un règim particular quant a la qualitat de l'aire. És el cas de les zones de baixes emissions (ZBE), àrees de la ciutat on aplicar prohibicions de trànsit per als vehicles més contaminants, o les anomenades zones urbanes d'atmosfera protegida (ZUAP), espais on els efectes de la qualitat de l'aire poden ser més significatius, com ara el perímetre d'hospitals, geriàtrics o escoles, i on, per tant, cal incrementar-hi la prevenció, la vigilància i les mesures d'actuació en cas que sigui necessari. En aquesta línia, és important realitzar plans de seguiment de la salut que avaluïn els efectes d'aquestes mesures anticontaminació de l'aire.

4. Reordenació de l'espai públic en favor de la ciutadania

Adaptació de la ciutat donant prioritat a les persones i no als vehicles. Per això cal recuperar espai ocupat pels vehicles de motor, ja siguin àrees de trànsit rodat o bé d'aparcament (el qual s'estima que ocupa fins al 60% de la via pública). L'objectiu és crear nous espais de qualitat i segurs per a vianants i ciclistes, sense interferència amb vehicles, com per exemple nous camins escolars, espais pacíficats (reforma de la Meridiana, dels laterals de les rondes, etc.) o les superilles.



Les superilles

Les superilles⁸ són un exemple de disseny urbà a escala de comunitat en el qual les persones guanyen presència en detriment dels mitjans de transport motoritzat, i on es transformen els usos de l'espai de la ciutat habilitant nous escenaris d'oci, gaudi i socialització.

La idea bàsica d'aquest model d'organització sorgeix durant la dècada dels 60, amb els treballs de l'enginyer anglès Colin Buchanan. A Barcelona, la seva implementació parteix dels antecedents de les tres últimes dècades que s'han donat arreu de la ciutat, com les actuacions de reurbanització progressives per habilitar espais i carrers exclusius per a vianants o

la primera superilla com a tal posada en marxa l'any 2003 en el marc del Pla de mobilitat de la vila de Gràcia.

Si bé en l'actualitat la implantació de les superilles ha suposat actuacions bàsiques en espais pilot, en un futur s'espera implementar-les en espais d'arreu de la ciutat.

A més dels beneficis per a la qualitat de l'aire, la reordenació de l'espai en superilles persegueix altres objectius saludables, com ampliar els espais d'estada, de joc i de verd, reduir el soroll ambiental, millorar la seguretat de les persones i l'àmbit relacional i promoure l'activitat física.



5. Millora ambiental en els grans sectors professionals

En relació amb el sector del transport, cal destacar accions com la promoció de vehicles menys contaminants, la regulació horària per reduir la congestió del trànsit o habilitar zones especials de càrrega i descàrrega i plataformes de distribució de proximitat (mobilitat elèctrica en el darrer quilòmetre), entre d'altres.

En el sector del taxi, també molt present a la ciutat, és important vetllar per la millora de la gestió de la circulació (parades, informació i seguiment, nombre de desplaçaments sense clients...) i la prioritització de vehicles que funcionin amb combustibles més nets.



Un altre exemple són les activitats de neteja municipal. Netejar els carrers amb aigua freàtica ajuda a reduir la contaminació, ja que disminueix la quantitat de partícules acumulades damunt la calçada o en espais amb presència de pols ambiental.



D'altra banda, el Port i l'Aeroport treballen en accions de reducció de la contaminació:



AEROPORT DEL PRAT⁹

- Control dels nivells d'immissió (4 estacions de mesura automàtiques que avaluen el CO, NO_x, NO₂, SO₂, COV i O₃ i mesures manuals de benzè i partícules PM₁₀ i PM_{2,5}).
- Optimització de les operacions i la logística de terra.
- Substitució d'equips de terra de combustible dièsel per vehicles elèctrics.
- Desenvolupament d'un pla de millora de la mobilitat de persones per accedir a l'aeroport. En aquesta acció hi estan incloses directament la millora de les línies d'autobusos i la creació de la línia 10 del metro.

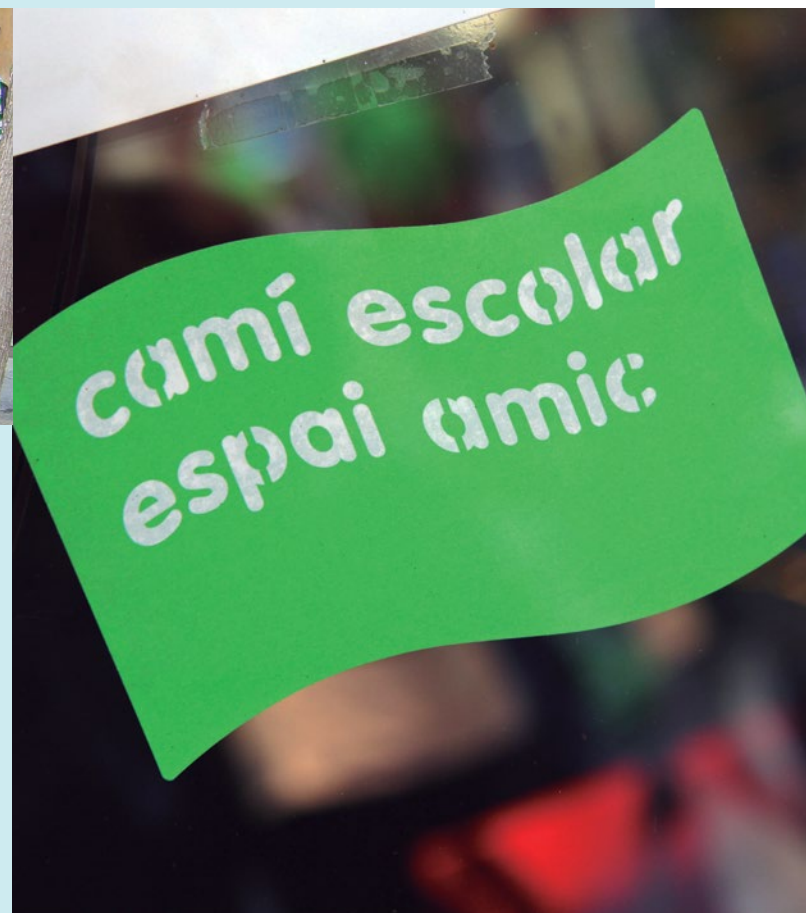
PORT DE BARCELONA¹⁰

- Creació d'una xarxa de mesuradors dels contaminants principals (5 estacions amb captadors manuals per a partícules i 3 estacions automàtiques per a NO₂, SO₂, O₃ i benzè).
- Potenciació del transport ferroviari de mercaderies des dels molls.
- Ús de gas natural líquid i comprimit en la logística portuària (grues, maquinària, etc.) en comptes de combustibles líquids¹¹.
- Incorporació de vehicles elèctrics a la flota de serveis.
- Impuls de l'ambientalització de vaixells.

Tot suma

A la ciutat també s'estan desplegant altres mesures i línies de treball que des d'altres àmbits i de manera conjuntural contribueixen a l'objectiu global de millorar la qualitat de l'aire. Són, per exemple, les accions incloses en el *Pla del verd i de la biodiversitat de Barcelona 2012-2020*¹² o el *Pla d'energia, canvi climàtic i qualitat de l'aire de Barcelona 2011-2020 (PECQ)*¹³. En aquest darrer cas, són importants les mesures destinades a la limitació de noves calderes de gasoil, carbó i biomassa amb l'objectiu de sumar esforços amb les accions dirigides al trànsit rodat en la cursa per reduir les emissions de contaminants.





6. Accions de comunicació i conscienciació

A la ciutat de Barcelona s'han portat a terme diferents accions i campanyes amb l'objectiu de donar a conèixer la importància de la qualitat de l'aire en el benestar de la ciutadania i les alternatives que cal aplicar per millorar-la, tant en l'àmbit municipal com l'individual o el professional. En destaquen les següents:

- **Menys fums i menys soroll. Nous aires per a Barcelona (2015).** Campanya de l'Ajuntament de Barcelona per fer front als problemes de contaminació derivats del trànsit de vehicles. Les accions anaven destinades al control dels fums dels vehicles dièsel, els més contaminants, però també dels tubs d'escapament de ciclomotors i motocicletes per prevenir els més sorollosos i no homologats. A més, les mesures es van acompanyar de consells i bones pràctiques per als conductors sobre com evitar la contaminació al volant.

- **Pla de comunicació i sensibilització global.** El Programa de mesures contra la contaminació atmosfèrica de Barcelona inclou un conjunt d'accions per informar i educar els ciutadans en aspectes relacionats amb la qualitat de l'aire. Per exemple, la comunicació a la ciutadania en els casos d'episodis ambientals de contaminació a través de panells d'informació variable, xarxes socials i webs municipals, o les campanyes de control de fums. <http://ajuntament.barcelona.cat/qualitataire/>
- **Què respires quan respires?** Portal divulgatiu de l'Ajuntament de Barcelona que permet aprofundir sobre la qualitat de l'aire a la ciutat. De forma interactiva, els usuaris poden conèixer els principals contaminants de l'aire, com s'originen, com afecten la salut, quin és el nivell de contaminació de Barcelona en comparació amb altres ciutats europees o quin és el rànquing dels vehicles més contaminants, entre d'altres qüestions. <http://lameva.barcelona.cat/querespores>

- **Qualitat de l'aire.** Espai web de l'Ajuntament de Barcelona amb continguts com el mapatge de l'Estat de la Qualitat de l'Aire de Barcelona (EQAB) referent al dia en curs i la previsió en dies posteriors. També inclou informació útil sobre què són i què cal fer davant d'un episodi de contaminació, així com consells i bones pràctiques per contribuir a la millora de la qualitat de l'aire. <http://ajuntament.barcelona.cat/qualitataire/>
- **Compromís pel Clima.** Pàgina web de l'Ajuntament de Barcelona que integra les més de 800 organitzacions signants del Compromís de Barcelona pel Clima, amb l'objectiu de treballar per la mitigació i l'adaptació per fer front al canvi climàtic. La millora de la mobilitat, l'ampliació dels espais verds, l'eficiència energètica, la reducció dels gasos amb efecte d'hivernacle, el consum responsable i la millora de la gestió de residus són els pilars bàsics del Compromís. <http://lameva.barcelona.cat/compromispeclima/ca>

- **Camí escolar, espai amic.** Programa que impulsa l'Ajuntament de Barcelona des de l'any 2006 per una nova cultura de la mobilitat que prioritza la qualitat de vida de les persones i el respecte a l'entorn ambiental i social. Actualment 133 centres educatius participen en el programa en tots els districtes de la ciutat i 89 centres tenen el seu camí escolar consolidat. <http://ajuntament.barcelona.cat/educacio/ca/camins-escolars>



Les escoles actuen

Des d'Escoles + Sostenibles acompanyem els centres educatius participants (361 en el curs 2016-2017) en l'impuls d'iniciatives innovadores i transformadores.

Una de les línies de treball és la mobilitat, i alguns centres també han investigat i han portat a terme accions per millorar la qualitat ambiental del seu entorn. A continuació exposem algunes bones pràctiques realitzades:

- **Participació en el projecte BREATHE per veure quines són les conseqüències de la qualitat de l'aire en la salut dels infants i joves**

L'escola va participar en un projecte de recerca anomenat *Brain development and air pollution ultrafine particles in school children (BREATHE¹⁵)*, adreçat a estudiar l'impacte de la contaminació ambiental a l'escola sobre el rendiment escolar dels nens.

En aquest estudi hi van participar 36 escoles de Barcelona i 3 de Sant Cugat. De la nostra escola hi van participar 108 nens. Durant dues setmanes no consecutives, una a la primavera i l'altra a la tardor, es va mesurar la qualitat de l'aire a l'escola (al pati i a les aules). D'altra banda, els infants participants van fer uns tests amb ordinador que avaluaven la memòria i l'atenció. A més, es van treure mostres de saliva per a fer un estudi genètic, concretament per saber si hi ha poblacions més susceptibles que d'altres a patir efectes negatius de la contaminació. També es van fer ressonàncies magnètiques del cervell d'alguns nens per veure si la contaminació podria estar afectant estructuralment el cervell.

Dels resultats es va extreure que la nostra escola està situada en una de les àrees menys contaminades de Barcelona, per això els nivells trobats se situen entre els més baixos per a tots els contaminants analitzats. Una altra característica important observada en l'estudi és que, per a alguns contaminants com el carboni negre, els nivells a l'interior de les aules són molt semblants als nivells a l'exterior, ja que aquests contaminants penetren amb facilitat a l'interior dels edificis.

- **Experimentació i reflexió entorn de la contaminació de l'aire al pati de l'escola i les afectacions en el nostre cos**

Al llarg de tot el curs ens vam dedicar a fer un procés de remodelació del pati. L'escola tenia un pati dominat pel ciment, amb molt de sol i pistes, envoltat per un parell de carrers amb força trànsit, etc. L'alumnat va sol·licitar fer canvis en el pati a través de les reunions de delegats. Demanaven més espais per xerrar, per estar tranquils a l'ombra, jocs més diversos, etc.

Es va aprofitar aquesta demanda per encarar la millora amb tota l'escola, de P3 a 6è. Tothom s'hi va implicar i es va crear la Comissió de Patis, formada per famílies, mestres i monitors.

Es va decidir remodelar el pati de l'escola perquè fos: un espai de ciència i aprenentatge, un espai d'integració, un espai de comunicació i un espai plaent, verd i segur.

La Setmana de la Ciència, sota el lema *Quanta Ciència al Pati!!*, la vam dedicar a investigar. Cada classe o nivell educatiu treballava un aspecte diferent del pati a partir de preguntes o reptes, i l'alumnat de 6è vam tractar la contaminació i vam estar fent hipòtesis i experiments al pati.

Vam utilitzar sonòmetres per mesurar en quins llocs del pati hi havia més contaminació acústica i també quins eren els espais on la contaminació de l'aire era més alta. Ens vam plantejar unes hipòtesis que ens van servir com a punt de partida de la nostra diagnosi: els espais on pensàvem que hi havia més soroll i més contaminació, etc. Després vam sortir al pati per fer les nostres mesures i vam analitzar totes les nostres dades. A partir d'això vam fer maquetes del cos humà per respondre a preguntes del tipus: com afecta la contaminació al nostre cos?, què sent el nostre cos per dins?, etc.

A partir de totes aquestes reflexions i transferint tots els coneixements adquirits durant la Setmana de la Ciència, vam redactar una sèrie de mesures que podíem prendre per reduir la contaminació al nostre pati: canviar el sistema de megafonia, la zona d'instruments i jocs sensorials, etc.





- Amb els alumnes de secundària hem dissenyat i hem creat una ruta escolar que s'oferirà als alumnes per poder arribar a l'escola a peu i en grup. L'objectiu de la ruta és facilitar la manera d'arribar al centre educatiu a les famílies que ho puguin necessitar i també motivar els alumnes a agafar el costum de venir caminant a l'escola, costum que s'ha anat perdent amb l'aparició dels vehicles i del transport públic. Vam començar*

Les demandes majoritàries, recollides a partir d'enquestes fetes a les famílies, van ser: ampliació de la vorera de davant del centre educatiu, millora dels indicadors lluminosos, més zones verdes i reducció del soroll i de la contaminació, entre d'altres. Després de diverses reunions amb l'Administració, seguim reivindicant l'ampliació de la vorera per millorar les entrades i sortides de la nostra escola. És per això que el dia 22 de setembre (Dia sense Cotxes) el lema de l'escola va ser AMPLIEM ESPAIS. Aquell dia es van fer un seguit d'activitats al carrer per reivindicar aquesta ampliació i l'enjardinament de la zona per fer les entrades i sortides més agradables per a tothom.





- **Participació en el Global Scholars**

Els nens de sisè vam participar en un projecte internacional anomenat Global Scholars¹⁷, que connecta estudiants d'entre 10 i 13 anys d'escoles de tot el món.

Des de l'àrea de llengua anglesa vàrem estudiar com fer més sostenible la nostra ciutat. Va ser una experiència molt enriquidora, amb la qual vàrem aprendre, compartint coneixements amb altres ciutats, els efectes del canvi climàtic arreu del món. Va ser un treball molt ampli, ja que va incloure des del càlcul de les conseqüències de les nostres activitats diàries sobre el canvi climàtic fins a com ens afectarà l'augment de població, passant pel disseny de nous mitjans de transport sostenibles.

De tota aquesta feina en va sorgir un action community project, un projecte dissenyat conjuntament amb les persones i institucions del nostre entorn que consistia en l'estudi i la millora dels espais verds que tenim al voltant de la nostra escola. Per fer-ho vàrem treballar conjuntament amb el Casal d'Avis de Prosperitat i vàrem visitar diferents horts urbans de la zona. Aquesta experiència ens va servir per adonar-nos de la gran importància dels espais verds a la ciutat i va millorar la percepció de l'alumnat respecte al nostre hort escolar. Tant és així que alguns alumnes han decidit fer un petit hort urbà a casa seva.

- **Participació de l'alumnat en el projecte internacional HK-EU School Project**

El nostre centre va participar en el projecte internacional HK-EU School Project, el tema principal del qual era la sostenibilitat. Aquest projecte ens ha permès canviar algunes coses en el nostre barri, la Nova Esquerra de l'Eixample, tenint en compte les opinions de la gent que l'habita. Però no tan sols hem pogut millorar aspectes d'àmbit ciutadà, sinó que també ens ha proporcionat una gran quantitat de coneixements i el privilegi de poder fer una futura parada a Hong Kong, on ampliarem

molt més els nostres coneixements.

També ens hem conscienciat més sobre les temàtiques verdes i hem descobert iniciatives actuals a Barcelona que fins ara eren desconegudes per a nosaltres, com per exemple el projecte Superilles, projecte molt lligat amb el projecte Revitalisation del barri Tai Kok Tsui de Hong Kong. Per això vam creure que seria bona idea comparar les dues iniciatives per aprofundir en la sostenibilitat a la ciutat i al mateix temps buscar similituds entre Barcelona i Hong Kong. Així doncs, els companys de Hong Kong i nosaltres vam poder unificar el nostre projecte final entrelligant els dos programes per a millorar la sostenibilitat, tot tractant d'aportar una iniciativa innovadora al nostre abast per involucrar-nos en la cura del medi ambient en un àmbit més aviat quotidià.

Vam fer enquestes a la gent del barri i vam dur a terme tota mena de recerques, a més d'experimentar en la part pràctica que implicava el nostre projecte final; i tot, per treure alguna conclusió sobre el que realment calia millorar a la nostra ciutat referent a la sostenibilitat.

- **Recull de dades per investigar sobre la qualitat ambiental de l'entorn del centre i participació en el programa Carboschools**

Durant els 3 primers cursos que estàvem a la xarxa Bcn Escoles + Sostenibles, teníem una estació climatològica (per mesurar el vent, la pressió, la humitat i la temperatura) que incloïa un mesurador de diòxid de carboni (CO₂). Les dades es recollien diàriament en un ordinador mitjançant un sistema informàtic i s'enviaven telemàticament al programa Carboschools¹⁸ de l'Institut Català de Ciències del Clima (IC₃), centre amb el qual col·laboràvem i que ens havia cedit l'aparell per a fer aquesta part del projecte. Amb les mesures fèiem un estudi dels nivells de CO₂ al voltant del nostre centre per avaluar aquest gas amb efecte d'hivernacle. Amb els resultats, els alumnes participants vam fer el treball de recerca en col·laboració directa amb l'IC₃.





Un dels programes escolars més emblemàtics és l'anomenat **Camí escolar, espai amic**¹⁴, una proposta d'actuacions coordinades que desenvolupen les escoles i les famílies amb el protagonisme especial dels nois, les entitats i les botigues dels entorns escolars i l'administració local.

El programa persegueix un doble objectiu:

1. Afavorir l'autonomia dels infants per anar a peu a l'escola, sols o en grup, adquirint habilitats com a vianants i alhora promovent l'exercici físic regular.
2. Millorar l'entorn físic i social. Vincular i treballar amb tots els agents de la comunitat per, a partir de propostes concretes, fer uns carrers més segurs i amables, prioritzant la sostenibilitat i la vinculació social i recuperant l'espai públic per a les persones.

El procés de creació d'un camí escolar consta de tres fases que suposen el desenvolupament de diverses actuacions coordinades que faran possible l'educació en els valors que es persegueixen i la transformació del barri.

- **Participació en el Camí escolar, espai amic**

Les escoles del barri treballem juntes per tenir camins escolars. Ens vam reunir amb el regidor del Districte per demanar conjuntament millores per als nostres camins escolars. Es van acordar actuacions a l'avinguda J. V. Foix i es crearà una comissió permanent de camins escolars dins del Consell Escolar de Districte.



Què hi podem fer, nosaltres?

En l'objectiu de millorar la qualitat de l'aire la ciutadania tenim un paper clau¹⁹, i el principal àmbit d'acció al nostre abast és canviar la manera com ens desplaçem, ja que disposem de múltiples alternatives en el nostre dia a dia que ens serveixen per conèixer quin impacte té la nostra mobilitat diària²⁰ i, sobretot, com practicar una mobilitat més sostenible.

1. Apostar per mitjans de transport més sostenibles

La millor opció és fer els desplaçaments a peu o en bicicleta: impliquen zero emissions i fem salut! A més, el clima benigne i l'orografia de la ciutat (el 80% del territori té un pendent inferior al 2%) permeten que s'hi pugui recórrer amb comoditat.

En bicicleta, és important estar informats de la normativa de circulació i conèixer la xarxa de carrils bici (a través del web de l'Ajuntament²¹). Si no tenim bici pròpia, a partir dels 16 anys podem fer servir el Bicing²², que disposa de bicicletes tradicionals i elèctriques.

2. Fer servir el transport públic

El transport públic és una alternativa al vehicle privat econòmic, sostenible i segura. D'altra banda, també és possible combinar bicicleta i transport públic, sempre seguint les indicacions per a una bona convivència entre els usuaris²³ dels diferents modes de transport.



Atenció, esportistes !

Tot i que fer esport i activitat física moderada és sempre positiu per a la nostra salut i benestar, també és cert que fer-ho a l'aire lliure i sota determinades circumstàncies pot comportar més exposició a la contaminació de l'aire. I és que, quan fem activitat física, augmentem la freqüència cardiorespiratòria i, per tant, el volum d'aire aspirat i també la profunditat de la inhalació. A més, respirem més per la boca que de costum i els filtres naturals que tenim al nas no actuen.

El resultat de tot plegat és que podem rebre una dosi més elevada de contaminants de l'aire que en altres situacions, per la qual cosa convé ser curosos a l'hora de fer esport a l'aire lliure, especialment si hi ha avisos relacionats amb menys qualitat de l'aire o pertanyem a l'anomenada població de risc. Sobre això, alguns consells que ens poden ajudar són:

- Comprovar la qualitat de l'aire abans de sortir a caminar, córrer o anar en bicicleta.
- Fer l'activitat esportiva en les hores de menys contaminació de l'aire (sobretot, de menys trànsit).
- Allunyar-nos de les zones més transitades (vies principals, cruïlles, semàfors) i mantenir una distància mínima amb els vehicles.
- Fer esport a les àrees verdes, molt més saludables, o en espais interiors.
- Utilitzar màscares o tapaboques esportius.

3. Ser més eficients amb el nostre vehicle privat

- Compartir cotxe sempre que es pugui és una opció molt bona per millorar l'eficiència dels trajectes.
- Retirar els vehicles més vells i contaminants i apostar pels més eficients (elèctrics i híbrids, especialment).
- Conduir de manera més eficient (per exemple, reduint la velocitat i la brusquedat amb l'accelerador o evitant la climatització si no és necessària).
- Apagar el motor quan el vehicle estigui aturat, com ara en embussos. En aquest aspecte, cal ser curosos en espais on la contaminació de l'aire pot ser més perjudicial, com per exemple a les entrades i

- sortides de les escoles, on augmenta l'exposició dels infants.
- Fer un bon manteniment del vehicle per optimitzar-ne el funcionament i minimitzar-ne els efectes negatius.

4. Contribuir des de casa a millorar la qualitat de l'aire

Tot i que les accions destinades a reduir el trànsit motoritzat són les que tenen més transcendència en la qualitat de l'aire, tot suma per aconseguir una atmosfera més saludable. Més enllà de la mobilitat, els ciutadans també podem contribuir amb altres mesures i bones pràctiques quotidianes que prevenen l'emissió de contaminants. Moltes d'aquestes accions estan centrades en un consum més responsable que podem aplicar a casa, a l'escola i a la feina.

Energia	Béns i serveis	Residus
<p>Fer un consum més responsable de l'energia:</p> <ul style="list-style-type: none">• Aprofitar al màxim la llum i l'escalfor naturals.• No excedir-nos en l'ús de l'aire condicionat i la calefacció.• Optar per sistemes d'il·luminació i electrodomèstics més eficients (atenció a l'etiqueta energètica!).• Apagar els aparells electrònics i elèctrics quan no siguin necessaris (evitar el mode repòs). <p>Optar per energies provinents de fonts renovables.</p> <p>Vetllar per l'eficiència energètica a les nostres llars i edificis.</p>	<p>Optar per productes de temporada i de proximitat: com més a prop, menys transport i, per tant, menys emissions contaminants.</p> <p>Informar-nos bé i triar productes sense components potencialment tòxics per a la salut i l'entorn.</p> <p>Optar també per serveis de proximitat (espais de lleure, d'esport, comercials, etc.) per evitar desplaçaments innecessaris.</p> <p>Fer un consum responsable de l'aigua.</p>	<p>Prevenir al màxim la producció de residus: reduir i reutilitzar són estratègies clau.</p> <p>Fer una bona recollida selectiva (contenidors de carrer, deixalleries).</p>

5. Contribuir des de l'escola a millorar la qualitat de l'aire

- Estar atents als avisos relacionats amb els episodis ambientals de contaminació.
- Informar en el moment en què es decla-

- rin episodis ambientals de contaminació i difondre les mesures de mobilitat corresponents dins del centre escolar.
- Impulsar un camí escolar en el centre per contribuir a reduir el trànsit motoritzat.



Notes

1. <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
2. Com per exemple les línies de treball obertes pel Programa paneuropeu de transport, salut i medi ambient en què participa l'OMS des de l'any 2002, dedicat a desenvolupar escenaris de cooperació internacional per mitigar els efectes sanitaris de les emissions contaminants degudes al sector del transport. <<https://www.unece.org/thepep/en/welcome.html>>
3. Pla de millora de la qualitat de l'aire de Barcelona 2015-2018. <<http://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/ca/que-fem-i-per-que/ciutat-productiva-i-resilient/pla-de-qualitat-de-l-aire-de-bcn>>
4. Pla de mobilitat urbana (PMU) 2013-2018. <<http://mobilitat.ajuntament.barcelona.cat/ca/pla-de-mobilitat-urbana/presentacio>>
5. <http://ajuntament.barcelona.cat/premsa/wp-content/uploads/2016/11/Programamesurescontralacontaminacio.pdf>
6. http://es.slideshare.net/Barcelona_cat/mesura-de-govern-estrategia-de-la-bicicleta-per-barcelona
7. <http://www.dgt.es/es/seguridad-vial/distintivo-ambiental/>
8. <http://ajuntament.barcelona.cat/superilles/presentacio>
9. <http://www.aena.es/es/aeropuerto-barcelona/calidad-aire.html>
10. Pla de millora de la qualitat de l'aire del Port de Barcelona. <<http://www.portdebarcelona.cat/web/el-port/qualitat-de-l-aire>>
11. En aquesta línia hi ha diverses regulacions i directives, entre les quals l'Estratègia europea per a la reducció d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle dels vaixells, l'Estratègia europea Clean power for transport per fomentar combustibles alternatius i les Regulacions internacionals sobre emissions de vaixells - Conveni Marpol, annex VI.
12. <http://hdl.handle.net/11703/85099>
13. <http://hdl.handle.net/11703/96402>
14. <http://ajuntament.barcelona.cat/educacio/ca/camins-escolars>
15. <http://www.creal.cat/projectebreathe/descripcio.html>
16. <http://www.citizensqkm.net>
17. <https://www.globalcities.org/home/>
18. <http://www.carboschools.cat/>
19. <http://ajuntament.barcelona.cat/qualitataire/ca/i-jo-qu-hi-puc-fer>
20. Calculadora d'emissions de l'AMB. <<http://canvidhabits.com/ca/calcula-grau-contaminacio/>>
21. <http://w152.bcn.cat/PlanoIBCn/ca/act/carril-bici-Ko23/ronda-verda-Ko25/zones-3o-Ko27/vies-%22ciclables%22-Ko26/carril-bici-en-construccio-Ko28/estacions-de-bicing-Ko13/punts-d-anco-ratge-de-bicicletes-Ko21/aparcament-amb-places-per-bicicletes-Ko24/>
22. <https://www.bicing.cat/>
23. <http://ajuntament.barcelona.cat/bicicleta/ca/com-circular/la-bicicleta-al-transport-public>



6. Activitats



Des del Programa Escoles + Sostenibles i la Gerència d'Ecologia Urbana, Urbanisme i Mobilitat de l'Ajuntament de Barcelona s'ha produït la *Maleta de la mobilitat i la qualitat de l'aire*, que conté recursos de suport per fer les activitats que es descriuen a continuació. Si hi esteu interessats, podeu sol·licitar-la en préstec al Servei de Documentació d'Educació Ambiental (SDEA)¹.

Tanmateix, les activitats també es poden portar a terme amb els materials de què disposeu al centre educatiu.

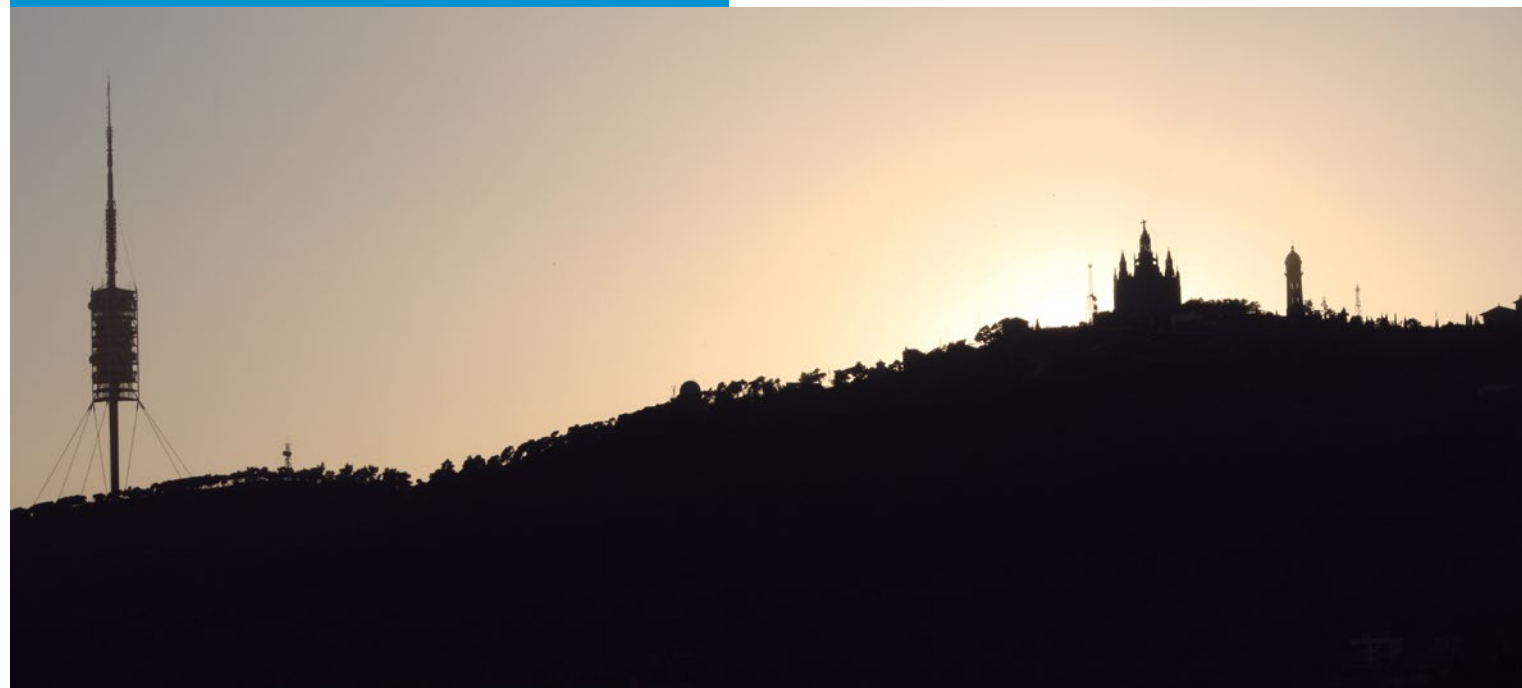
Per fer l'activitat *Mesurant la contaminació de l'aire*, proposada en l'apartat d'Aire i contaminació, necessitareu aparells per mesurar la qualitat de l'aire. Des del Servei de Documentació d'Educació Ambiental s'ofereix en préstec diferents aparells per mesurar indicadors de la qualitat de l'aire (partícules de pols, NO₂, CO₂ i CO). A més, en el *Programa d'activitats escolars de Barcelona (PAE)*² trobareu altres activitats relacionades amb la mobilitat, les infraestructures i el soroll (p. ex. visites a instal·lacions de transports públics, sobre bicicletes, etc.) que poden ser un complement a les que es proposen en aquesta guia.

1. Servei de Documentació d'Educació Ambiental - La Fàbrica del Sol. Passeig de Salvat Papasseit, 1. - 08003 Barcelona - Tel.: 93 256 25 92 - documentacioambiental@bcn.cat
2. www.bcn.cat/educacio/pae

Aire i ciutat

Idees clau

- L'aire és imprescindible per a la vida. Potser per la seva invisibilitat, no sempre som conscients de què respirem.
- Barcelona és una ciutat de clima mediterrani situada entre mar i muntanya. Aquest relleu singular juga un paper clau en el moviment de les masses d'aire i en la seva qualitat.
- Barcelona és una ciutat complexa, altament poblada, on l'activitat humana, especialment la mobilitat, influeix en la qualitat de l'aire.



A partir de 3 anys



Què en sabem, de l'aire?³

Preparem 3 bosses idèntiques i que es puguin tancar hermèticament, una plena d'aigua, una altra plena de sorra i la tercera plena d'aire, i les col·loquem en una caixa o lloc on els alumnes no en puguin veure el contingut. Demanem a l'alumnat que toqui les bosses sense veure-les. *Com és el que toquem?* Els alumnes exploren algunes característiques dels materials que hi ha a dins: si són durs o tous, si pesen molt o poc, si són rugosos, etc. *Què hi deu haver a dins de la bossa?* A partir del que han explorat provaran d'endevinar-ne el contingut.

Ara ens concentrarem en la bossa plena d'aire. Podem fer un petit forat a la bossa i que els infants hi apropin la cara o les mans per notar el que en surt. Així posarem de manifest que hi ha alguna cosa a dins, que anomenem aire. *A on hi ha aire?* Podem completar l'experiència reflexionant on hi ha aire.

3. *Projet de éducatif pour apprendre et vivre la science à l'école.*
Fondation La main à la pâte.
<http://www.fondation-lamap.org/es/international-resources?field_language_value%5B%5D=CA>



Jugar a fer vent⁴

Proposem fer l'activitat *Jugant a fer vent* - II. Demanarem als alumnes que explorin maneres de produir vent, ja sigui amb el seu propi cos (bufant o amb moviments amb les mans o el cos) o bé utilitzant objectes (ventalls, teles, papers, globus, etc.). *De quines maneres podem fer vent? Totes les maneres van igual de bé?*

També els plantejarem si el vent pot moure objectes (papers, plàstics, cartolines, boletes de porexpan, clips, etc.) i quines estratègies van millor (bufar, bufar a través de palletes, de tubs de diàmetres diferents, etc.). *Podem aconseguir moure coses amb el vent? Quins materials es mouen i quins no? Com podem aconseguir un vent suau? I un de més fort?*

L'alumnat inventarà tècniques i observarà quins materials es poden moure més fàcilment i quins objectes ens ajuden a obtenir un vent més o menys fort.



Aire net, aire brut

Plantegem una dinàmica basada en el joc *Terra, mar i aire*⁵, però en aquest cas no perd ni guanya ningú. Organitzem l'espai en dues zones: *m'agrada* i *no m'agrada* i buscarem imatges de llocs diferents (parc, carrer amb cotxes que treuen fum, benzinera, carrer amb obres que fan pols, muntanya, plaça amb arbres, fàbrica amb fum, etc.). El professorat mostrarà una imatge i en dirà el nom, i els alumnes s'hauran de dirigir a la zona que escullin i hauran de dir per què els agrada o no en cada cas. P. ex. *Parc. Us agrada o no us agrada. Per què?*

Un cop mostrades totes les imatges, es poden comentar altres llocs propers que els infants coneguin i on se sentin a gust.

4. Maleta de l'energia de la SCEA.
<http://www.scea.cat/WEB2015/images/pdfs/Rec_Maleta_Energia/EI_CI/E_Eolica/3_Eolica_EI_CI_2016.pdf>

5. <https://elbaguldelsjocs.wordpress.com/2013/06/18/terra-aire-mar/>

A partir de 6 anys



Aire fred, aire calent

Agafem una ampolla petita d'aigua que estigui buida i hi posem un globus pel cantó de la boca. Preparem dos recipients: un amb aigua amb glaçons i l'altre amb aigua bullint o molt calenta. Ara introduïm l'ampolla en el recipient amb aigua freda, la hi deixem uns minuts i després la fem en el d'aigua calenta.

Observem què passa. *En quin cas s'infla el globus? Per què?*

A partir dels resultats es podrà relacionar amb l'escalfament i el refredament de l'aire i amb el seu moviment.



Amb el mar a prop

Barregem aigua amb molta sal i omplim una ampolla amb polvoritzador amb aquesta barreja. Si es considera oportú, els alumnes poden tastar la mescla. *De què té gust?*

A continuació vaporitzem una superfície llisa (vidre, ceràmica o similar). Després la deixem assecat i observem la mateixa superfície passats uns dies. *Què observem? On podem trobar aigua salada?* Relacionem l'experiment amb la presència de sals en l'aire a prop del mar.

Si vivim en una zona costanera, l'aire és més humit i pot contenir sals que es poden dipositar a la superfície dels objectes de l'exterior (mobiliari, persianes, etc.) quan l'aigua s'evapora.



Atenció, foc!

Posem un trosset de paper de diari dins d'un recipient de vidre (ampolla de boca ampla, vas de precipitats, pot de mermelada, etc.). Encenem el paper, tapem el recipient amb un plat petit de vidre i observem què passa. *Què en queda, del paper? De quin color és el fum? Coneixeu altres materials o recursos que cremem en la vida quotidiana?*

A continuació es podrà relacionar l'experiment amb situacions quotidianes conegudes pels alumnes on es cremin materials o recursos (per exemple quan hi ha incendis, si es cremen residus, si cremem combustibles, quan cuinem, etc.). Es poden buscar imatges i reflexionar sobre les conseqüències de les cremes.

A partir de 10 anys



De què està compost l'aire?

Agafem un recipient de vidre i plantem un brot d'elodea⁶ en una mica de terra; omplim el recipient amb aigua no clorada i el situem en un lloc amb llum solar durant unes hores. *Què observem? Què són aquestes bombolles? D'on han sortit? Coneixeu algun procés que facin els vegetals que pugui explicar aquestes bombolles?*

A partir de l'observació posarem de manifest que, de dia, els vegetals produeixen oxigen durant el procés de fotosíntesi. *Quina importància tenen els vegetals en relació amb la composició de l'aire?* En aquest punt, els alumnes podran reflexionar sobre el paper dels vegetals com a responsables de la presència d'oxigen en l'aire, un gas imprescindible per a la vida, i de la fixació de CO₂. Recomanem aquesta activitat a partir de 12 anys.

6. Aquesta planta aquàtica la podem trobar en botigues d'aquaris.



Hi ha verd al voltant de l'escola?

En relació amb l'activitat anterior, proposem fer una cerca dels espais verds que hi ha a l'escola i als seus voltants. Els alumnes poden omplir una fitxa on es descrigui cada espai: tipologia (parc, zona arbrada, plaça amb vegetació, etc.), dimensions i diversitat de plantes que s'hi troben. També poden pintar-ho en un plànol per visualitzar els resultats.

Es valorarà la informació recopilada i es farà una reflexió conjunta: *Tenim prou espais verds al voltant de l'escola? Quines conseqüències té això? Què ens aporten les plantes?* S'explicarà la importància dels vegetals com a productors d'oxigen i com a fixadors de CO₂ i de contaminants que pot portar l'aire (p. ex. partícules).



Hi ha vapor, a l'aire?

Posem aigua en una tetera elèctrica o en un recipient, l'escalfem fins que bulli i observem què passa. *Com anomenem aquest núvol blanc? En quines altres situacions quotidianes podem observar la presència de vapor d'aigua?*

Després, podem fer una cerca d'imatges amb els alumnes on es vegi vapor d'aigua (olla bullint, cafè calent, baf que surt de la boca a l'hivern, etc.). A continuació podem encendre una espelma i comparar el fum que fa. *Quin aspecte té aquest fum? És igual que el de la prova anterior? Quina diferència hi ha entre vapor i fum?* A partir de la comparació dels dos experiments, podran descobrir la diferència entre un canvi d'estat de l'aigua i una combustió.

A partir de 14 anys



La Barcelona del segle XVIII: la higiene a la ciutat

Proposem llegir un fragment de l'article "Dictamen de la Academia Médico-Práctica de Barcelona (1784)"⁷. Organitzem els alumnes perquè facin un joc de rol on, a través dels diferents personatges que es comenten a l'article, recreïn com era la ciutat de Barcelona en aquells temps i els aspectes que els preocupaven en relació amb la qualitat de l'aire.

Què és el que els preocupava? Quin posicionament tenia cada personatge? Es pot comparar amb la situació actual? Què canviaríeu del vostre rol per tal d'arribar a un consens?

7. JORI, Gerard. "Higiene y salud pública en Barcelona a finales del siglo XVIII. El Dictamen de la Academia Médico-Práctica de Barcelona (1784)". Biblio 3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales. Vol. XIV (25 juliol 2009), núm. 832. ISSN 1138-9796. També disponible en línia a: <<http://www.ub.es/geocrit/b3w-832.htm>>



Barcelona, ciutat mediterrània

Fem una cerca sobre els trets característics de la ciutat en relació amb el relleu. Els alumnes poden situar en un plànol el mar i les muntanyes principals i els rius que configuren la ciutat. També poden ubicar-los en una maqueta que hagin construït. A partir de la maqueta o del plànol es pot investigar la relació entre relleu i meteorologia. *Com influeix el relleu en la meteorologia? Com es mouen les masses d'aire a la ciutat? El relleu pot influir en la qualitat de l'aire?*



Efecte illa de calor

Llegim la notícia "L'efecte illa de calor reescalfa sobretot els carrers del centre"⁸ i investiguem en què consisteix aquest fenomen. *A què és degut? Com es manifesta a la ciutat? Quins barris són més vulnerables a aquest increment de la temperatura?* Organitzem la classe en grups de manera que cada un treballi una de les qüestions i després en faci una presentació a la resta de companys.

8. BETEVÉ. "L'efecte illa de calor reescalfa sobretot els carrers del centre". (05 juliol 2015)

L'efecte illa de calor reescalfa sobretot els carrers del centre

"L'onada de calor afecta de ple tot Barcelona, però es fa notar especialment al centre de la ciutat, on s'estan enregistrant temperatures de rècord. L'asfalt reescalfat no permet que, durant la nit, la temperatura baixi gaire. En canvi, els racons verds com el Parc de la Ciutadella són una bona opció per resguardar-se de la calor, perquè la vegetació suavitza les temperatures.

"Quan es pon el sol, la calor segueix sent molt elevada a l'Eixample, Ciutat Vella, les Corts i Sant Gervasi. De fet, a l'observatori de la Facultat de Geografia i Història la nit de dissabte a diumenge el termòmetre no va baixar dels 26 °C. Fa tres anys que no es registrava una temperatura mínima tan alta en aquest emplaçament. Les elevades temperatures de nit són conseqüència de l'efecte illa de

calor, que s'explica perquè l'asfalt s'escalfa durant tot el dia i **a la nit, encara que no hi hagi sol, el terra continua desprenent escalfor a l'ambient** de forma gradual.

"En canvi, al **Parc de la Ciutadella** es produeix l'efecte contrari. La vegetació suavitza la temperatura i el mercuri no s'enfila fins a registres tan elevats. Per exemple, **la nit de dissabte a diumenge va baixar fins als 23 °C, tres punts menys que al centre de la ciutat**. També durant el dia, la Ciutadella és una opció per a molts barcelonins per resguardar-se de les altes temperatures. Per això és tan habitual veure-hi grups de gent berenant sota l'ombra dels arbres, guerres de pistoles d'aigua entre alguns infants o simplement parelles passejant."

Aire i mobilitat

Idees clau

- En la nostra activitat quotidiana, ens desplaçem de maneres molt diverses dins la nostra ciutat i cap a altres poblacions.
- La mobilitat influeix en la qualitat de l'aire, concretament els desplaçaments en vehicles motoritzats.
- Reducció de l'ús del vehicle motoritzat en contraposició amb la bicicleta, el transport públic i anar a peu.



A partir de
3 anys



Com ens desplaçem?

Reflexionem sobre la manera de moure'ns per fer activitats diverses. Proponem a l'alumnat que construeixi frases del tipus 'Vaig a... amb...', p. ex. 'Vaig a l'escola a peu'. Amb aquest exercici, posarem de manifest la necessitat de desplaçar-nos moltes vegades cada dia (per anar a l'escola, a comprar, a l'esplai, a visitar els amics o la família, al metge, de vacances, d'excursió, etc.).

Recopilem revistes o diaris vells i els portem a classe. Demanem als alumnes que retallin imatges que mostrin maneres diferents de desplaçar-nos per la ciutat. *Amb què ens movem per anar cap a...?* (p. ex. *Amb què ens movem per anar cap a l'escola?*) *Hi ha tots els modes de desplaçament que coneixeu? En falta algun?* Farem un repàs dels que hagin sortit i, si en falta algun (a peu, en bicicleta, patinet, monopatí, cotxe, moto, camió, furgoneta, avió, vaixell, transports públics), el buscarem per Internet. A partir de les imatges els infants descobriran la gran diversitat de mitjans de transport que existeixen i els demanarem quins fan servir habitualment o han fet servir alguna vegada.



Clic-clinc, mec-mec, xuc-xuc...

Podem escoltar i aprendre alguna de les cançons que parlen del transport i fer-ne un dibuix. A partir de les cançons, els alumnes poden descobrir les característiques de cada mitjà de locomoció i imitar-ne el so. També els podem demanar si poden portar moltes persones o poques.

DAIT DEL COTXE HI HA UNA NINA
<https://www.youtube.com/watch?v=X5fexG7uAmk>

LES RODES DE L'AUTOBÚS
<https://www.youtube.com/watch?v=oQcGyJzAqEk>

EL TREN PINXO DE BANYOLES
<https://www.youtube.com/watch?v=bjD8cy7ghVY>

L'ELEFANT EN BICICLETA
<https://www.youtube.com/watch?v=3sRCWz4wjps>

LA BICICLETA
<https://www.youtube.com/watch?v=MiInKoj4IBo>

A partir de 6 anys



El carrer ple de...

Per fer aquesta activitat ens caldrà disposar d'una aula buida o una sala similar, on marcarem el que seria un carrer. Simularem l'espai viari que ocupen diferents opcions de mobilitat (cotxe, cotxe compartit, bus) i valorarem la superfície que ocupen i quina és la millor opció en relació amb els contaminants que emeten.

Anem en cotxe. Fem fum? Els infants es col·loquen l'un darrere l'altre simulant que van en cotxe individualment i valorem l'espai de classe que ocupen i la contaminació/fum que generen (repartint-los un núvol gris a cada un, equivalent al que emeten; p. ex. 25 núvols si són 25 alumnes). *Ho podem millorar? Anem en cotxe compartit (tot ple).* *Fem fum?* En aquest cas, fem paquets de 5 alumnes i es col·loquen l'un darrere l'altre. Com abans, valorem l'espai ocupat i els contaminants emesos (5 núvols). *Ho podem millorar? Anem en bus. Fem fum?* En aquest cas, fem paquets de 25 alumnes (1 núvol) i es col·loquen tots junts.



Cursa per l'aire net

Escollim un espai ampli (pati, aula buida, gimnàs, etc.), hi delimitem dues línies imaginàries (una serà el punt de partida i l'altra, el d'arribada) i situem l'alumnat en la línia de sortida per començar el joc. Farem preguntes del tipus: *Aneu a l'escola a peu? Utilitzeu transport públic per anar al metge? Aneu a comprar en cotxe? Aneu al parc amb bicicleta? Aneu a la platja amb cotxe?*, etc.

Els alumnes que s'identifiquen amb una acció avancen un pas cap al punt d'arribada si la resposta és beneficiosa (no contamina l'aire) i retrocedeixen un pas cada vegada que la resposta és perjudicial. La cursa acaba quan un dels infants arriba a la meta. *Quines accions són beneficioses per a l'aire? Quines el contaminen?* En acabar es fa una posada en comú de les accions més beneficioses per no contaminar l'aire.



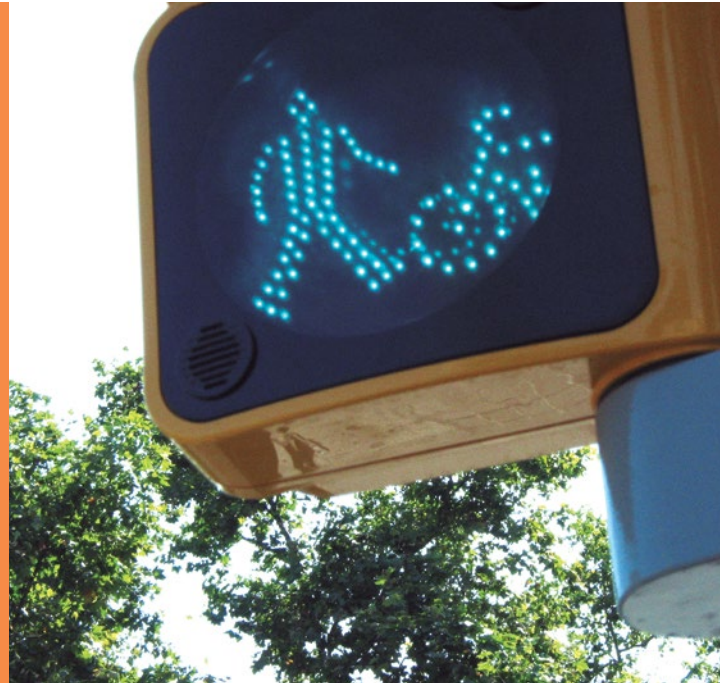
Abaixem els fums!⁹

L'activitat *Abaixem els fums!* del programa *Compartim un futur* de l'AMB pretén fomentar bones pràctiques destinades a millorar la qualitat de l'aire a les ciutats.

Què podem fer-hi nosaltres? Com ens movem? A través d'un joc, els alumnes han de defensar —en grups— l'ús de diversos mitjans de transport per cobrir els trajectes que fan els personatges d'una família.

9. AMB. Programa *Compartim un futur*. Central de reserves: tel. 93 238 93 51 o reserves.pmes@amb.cat <http://www.amb.cat/web/medi-ambient/sostenibilitat/educacio-per-a-la-sostenibilitat/activitats>

A partir de 10 anys



A l'escola hi vaig a/amb...

Farem una petita enquesta sobre els hàbits de la classe en els desplaçaments cap a l'escola. Utilitzarem peces de Lego gegant de 5 colors diferents (també poden servir altres peces de construcció o gomets de colors). Associarem un color a cada mitjà de transport (p. ex. a peu: verd; amb bicicleta: blau; amb transport públic: groc; amb cotxe elèctric: taronja; amb cotxe: vermell). Plantejarem als alumnes la pregunta *Com heu arribat a l'escola?* Per contestar, cada un agafarà la peça del color que correspongui i entre tots les aniran apilant fent columnes; d'aquesta manera s'anirà construint un histograma molt visual de tot el grup. Quan tothom hagi respost, s'observarà el gràfic, es compararan els resultats i se'n trauran conclusions. *Quins són els mitjans de transport utilitzats? Quantes persones van amb...? Quin és el mitjà de transport més utilitzat? Podríem desplaçar-nos d'una altra manera?*

A partir de 14 anys



Les nostres rutes

Amb la calculadora¹⁰ del portal *Canvi d'hàbits* podem calcular la contaminació generada en fer una ruta habitual i valorar alternatives de desplaçament. *Quin trajecte feu habitualment? Trieu una ruta que feu amb freqüència (per anar a l'escola, al cine, al gimnàs, etc.) i anoteu les emissions que faríeu si hi anéssiu amb cotxe o amb moto. Construïu una taula. Compareu els mitjans de transport alternatiu que hi ha i anoteu les emissions que es generarien en cada cas. Quines són les millors opcions per moure's?*

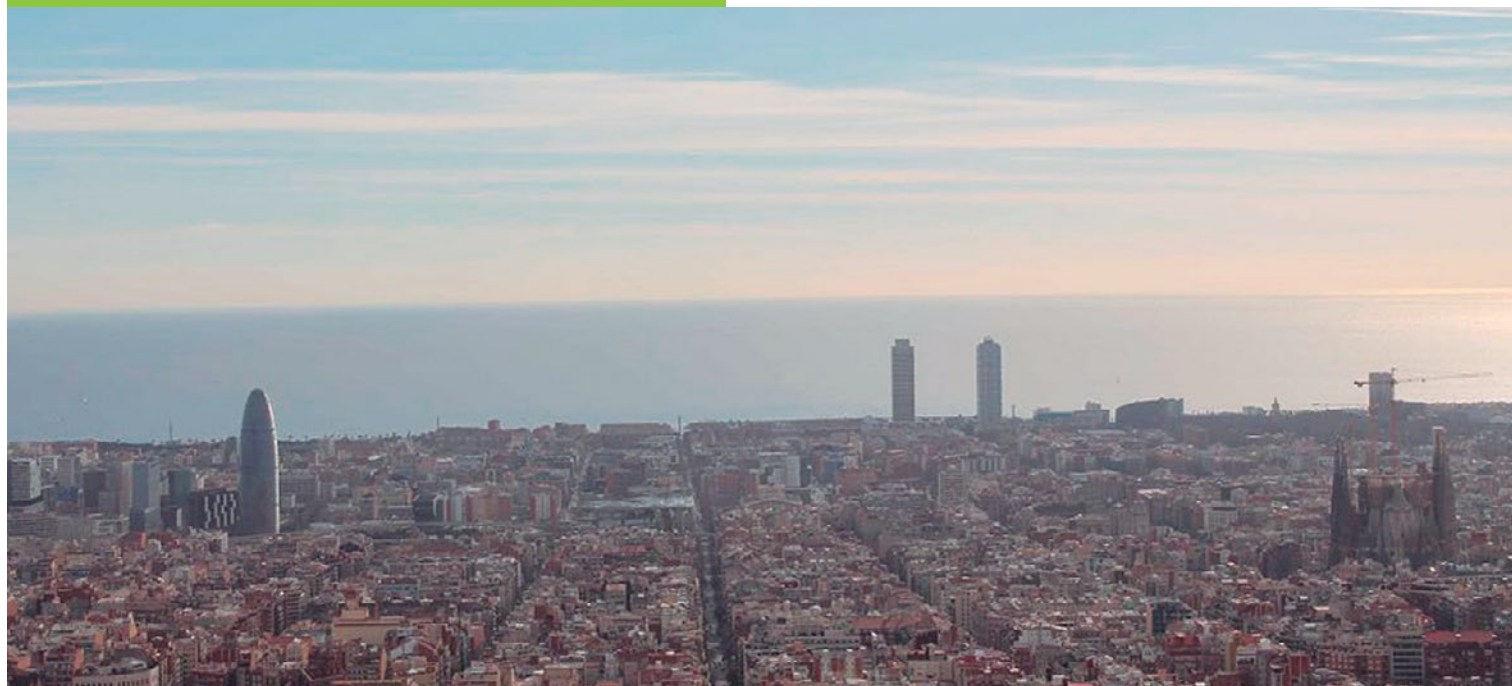
Els alumnes anoten a la taula les emissions (NO_x i PM₁₀) de les diferents opcions que poden escollir per desplaçar-se (cotxe elèctric, a peu, transport públic, en bicicleta), comparen quines són millors en relació amb la contaminació de l'aire i valoren si és possible canviar la manera de desplaçar-se.

10. AMB. Canvi d'hàbits.
<<http://www.canvidhabits.com/ca/calcula-grau-contaminacio/>>

Aire i contaminació

Idees clau

- Emetem contaminants associats a la nostra activitat quotidiana. Aquests contaminants es mouen i reaccionen entre si i donen lloc a altres compostos.
- Els vehicles motoritzats tenen un impacte negatiu en la qualitat de l'aire a la ciutat.
- Mesurem i controlem la qualitat de l'aire a la ciutat. Aquesta informació és imprescindible per a poder actuar en conseqüència.



A partir de 3 anys



Fem fum?

Com a continuació de l'activitat *Com ens desplacem?* de l'apartat anterior, els alumnes classificaran les imatges segons si consideren que representen maneres netes (sense fum) de moure's o no, i les enganxaran en un cartell mural.

Posteriorment valorarem amb quins mitjans de transport podem anar lluny o a prop, quins poden transportar mercaderies i quins persones, i d'aquests darrers, si tenen capacitat per portar molta gent o poca.

A partir de 6 anys



Bufa el vent

Per reflexionar sobre el paper que juguen els fenòmens meteorològics en la dispersió de contaminants proposem l'experiment següent. Agafarem un plat fondo (o una safata de forn) ple d'aigua i hi tirarem una gota de tinta xinesa. Demanarem als alumnes que observin què passa. *Com es dispersa/s'escampa la gota de tinta per l'aigua? Si bufem damunt l'aigua, què observem?*

Farem la comparació de la gota de tinta amb els contaminants que poden sortir d'una xemeneia o d'un tub d'escapament. Bufar serà l'equivalent de l'efecte del vent. *En relació amb la contaminació de l'aire, és positiu o negatiu que faci vent? Els contaminants desapareixeran? On aniran a parar?* Farem notar a la classe que fenòmens com el vent netegen l'aire però els contaminants no desapareixen, sinó que es dispersen i van a parar a altres poblacions.

A partir de 10 anys



L'efecte de la pluja

I si plou? Els contaminants desapareixeran? On aniran a parar? Amb un petit experiment ho podem comprovar. Necessitem 3 llumins (només la part que s'encén), un platet, un pot de vidre amb tapa i una mica d'aigua. Encenem els llumins damunt del plat i els cobrim amb el pot de vidre (posant-lo de cap per avall). En estar calent, el fum pujarà i quedarà al seu interior. Donem la volta al pot, amb cura de no respirar al damunt, i hi afegim una mica d'aigua. El tapem ràpidament i el remenem.

Observem l'aspecte de l'aigua. Ha canviat? Us imagineu que fos pluja? La pluja neteja l'aire però els contaminants no desapareixen; l'aigua de la pluja trasllada els contaminants cap als boscos, els rius o el mar.



Qui contamina més?

Iniciem un debat a partir de la pregunta *Quin mitjà de transport contamina més?* Els alumnes poden ordenar-los de més a menys contaminants. A l'apartat 3 de l'interactiu *Què respire quan respire*¹¹ poden completar la resposta. *Com podem millorar la nostra manera d'arribar a l'escola?* A partir de tota la informació podran reflexionar sobre com millorar els desplaçaments que fan per anar a l'escola.

11. <http://lameva.barcelona.cat/querespire/ca>



Quines partícules hi ha a l'aire?

L'aire de la ciutat conté partícules de procedència diversa. *Quines partícules hi ha a l'aire del voltant de l'escola?* Per respondre a la pregunta, durant unes setmanes situarem unes quantes “trampes” a l'ampit d'una finestra de la classe o en diferents llocs exteriors de l'edifici. Les trampes consistiran en una placa de Petri o un platet i cinta adhesiva de doble cara o bé un disc de cotó (p. ex. de desmaquillar). *Què observem? Hi ha moltes partícules o poques? Quin aspecte tenen?*

Passat el temps d'exposició, els alumnes observaran les partícules que han quedat adherides a les trampes (a ull nu, amb lupa i al microscopi) i reflexionaran sobre el seu origen tenint en compte l'activitat que hi ha al voltant del centre (color negre: partícules carbonoses procedents del trànsit, d'obres o d'aerosols marins; color ocre: partícules procedents del Sàhara, p. ex.).

A partir de 14 anys



L'aire ara

Si entrem a la pàgina web Qualitat de l'aire¹² de l'Ajuntament de Barcelona podrem consultar la qualitat de l'aire en valors actuals i la previsió per a demà o demà passat. Primerament caldrà que els alumnes investiguin sobre el concepte de *l'Estat de la Qualitat de l'Aire de Barcelona (EQAB)*¹³. *Què és? Quins contaminants té en compte? Quina informació ens aporta?*

A continuació els demanarem que localitzin l'estació de control més propera al centre escolar i que anotin els valors actuals de la qualitat de l'aire en relació amb els òxids de nitrogen i les PM₁₀. *Quina qualitat té l'aire proper a l'escola? Quina previsió hi ha per a demà i demà passat? Com l'afectarà el temps meteorològic previst en les properes hores?* També es poden fer consultes a d'altres estacions de la ciutat per poder comparar els resultats. *Hi ha diferències entre barris? Quines en podrien ser les causes?*

12. <http://ajuntament.barcelona.cat/qualitataire/>

13. <http://ajuntament.barcelona.cat/qualitataire/ca/classificaci-de-l-estat-de-la-qualitat-de-l-aire-de-barcelona-eqab>

14. <http://ajuntament.barcelona.cat/qualitataire/ca/els-elements-contaminants>



El principals contaminants a Barcelona

Proposarem als alumnes un treball de recerca on completin un quadre amb les respostes a les preguntes següents: *Quins són els principals contaminants que podem trobar a l'aire de la ciutat? D'on provenen? Quins efectes tenen?* A la pàgina web Qualitat de l'aire¹⁴ de l'Ajuntament de Barcelona trobaran tota la informació que els servirà de base per seguir treballant els aspectes relacionats amb la salut.

15. Oficina tècnica Com funciona Barcelona?
Tel. 933 262 223 (9.45-14 h)
comfuncionabarcelona@bcn.cat
<http://www.barcelona.cat/ecologia-urbana/comfuncionabarcelona>



Visitant una cabina de control atmosfèric¹⁵

A través del programa *Com funciona Barcelona?* podem organitzar una visita a una de les cabines de control atmosfèric de la Vall d'Hebron o de l'Eixample. Són estacions integrades a la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació Atmosfèrica de Catalunya (XVPCA) i permeten fer tasques de prevenció i seguiment de l'aire de la ciutat per avaluar-ne la qualitat. Amb la visita els alumnes descobriran els aparells utilitzats per mesurar els principals contaminants i com es tracta la informació obtinguda per poder actuar si és necessari.

16. Servei de Documentació
d'Educació Ambiental
La Fàbrica del Sol.
Passeig de Salvat Papasseit, 1.
08003 Barcelona
Tel.: 93 256 25 92
documentacioambiental@bcn.cat



Mesurant la contaminació de l'aire

Mesurarem diferents indicadors de la qualitat de l'aire del centre educatiu com per exemple NO₂, CO, CO₂, la pols i les partícules (PM₁₀, PM₅, PM_{2,5} i PM₁). Podeu sol·licitar en préstec aparells mesuradors de la qualitat de l'aire al Servei de Documentació d'Educació Ambiental (SDEA)¹⁶.

També es poden fer mesures de la qualitat de l'aire en diferents situacions meteorològiques (anticicló, vent, pluja) o bé mesurar partícules i comparar patis amb sorral o sense.



Aire salut i entorn

Idees clau

- L'aire net és un dret dels ciutadans. Respirar és una de les necessitats bàsiques que tenim tots els individus i, sobretot, respirar aire net.
- La presència de contaminants en l'aire és un risc important per a la salut i la qualitat de vida de les persones.
- La presència de contaminants en l'aire suposa un impacte negatiu en els ecosistemes terrestres i aquàtics.

A partir de
3 anys



Fa olor de...

Fem un recull d'olors que siguin fàcils d'identificar (mostres de materials o d'essències; p. ex. de benzina, fum, plantes aromàtiques, ous podrits, punta de llapis, etc.). Els alumnes, amb els ulls tancats, hauran d'endevinar quins materials les generen. *Fa olor de... Coneixeu aquesta olor?* També els demanarem si les olors que senten els agraden o els molesten. *Us agrada aquesta olor?*

Farem una taula a la pissarra i anotarem les opinions per a cada mostra (gomet verd: agrada; gomet vermell: molesta).



Aire bo, aire dolent

Com a continuació de l'activitat *Fa olor de...* proposem fer una reflexió sobre les substàncies l'olor de les quals ens molesta o no ens agrada, ja que moltes vegades solen coincidir amb substàncies que no són bones per a la salut. Per fer-ho seleccionarem les mostres que no han agradat i demanarem als alumnes que imaginin en quins llocs les podem trobar (p. ex. olor de benzina: carrer amb trànsit, benzinera, una caldera de gasoil). *On podem trobar aquesta olor?* Després en poden fer un dibuix.

A partir de 6 anys



La contaminació de l'aire i la salut

Reflexionarem sobre qui és més vulnerable a la contaminació de l'aire. Buscarem imatges de persones de diferents edats i condicions (nadons, nens petits, gent gran, persones adultes, dones embarassades). *Quines molèsties/malalties podem tenir a causa de l'aire contaminat? Quina/quines parts del cos afecta? Qui creieu que és més sensible a la contaminació?*

Els alumnes representaran en un dibuix esquemàtic del cos humà les parts més sensibles a la qualitat de l'aire. Com a pistes podem donar-los paraules clau com tos, mal de cap, picor als ulls, irritació de la gola, etc. Tindrem en compte el nivell educatiu dels alumnes al relacionar els contaminants amb la salut.



El pol·len i les al·lèrgies

A la primavera, busquem al pati de l'escola, al carrer o en un parc proper si trobem pol·len dels arbres al terra (les acàcies o els pins solen ser bons exemples). Si no és el cas, podem buscar flors. *Sabeu què és això? Per a què serveix? Com s'escampa?* Amb la lupa binocular podem observar com és. *De vegades hi ha persones a les quals els fa al·lèrgia; què vol dir això?* Farem notar als alumnes que no es considera un contaminant però que està present entre les partícules que hi ha a l'aire que tenen efectes sobre la salut de les persones (problemes respiratoris i al·lèrgies), sobretot a la primavera.



A partir de 10 anys



Què hem de fer?¹⁷

Ensenyarem als alumnes la imatge del panell informatiu que es veu en aquesta pàgina i els preguntarem: *Heu vist aquest panell informatiu alguna vegada, a la ciutat? Sabeu què vol dir?*

Lavors els proposarem diferents accions i hauran de dir com caldria actuar en cada una d'elles. *Faig esport a l'aire lliure. Vaig a jugar al parc. Vaig amb cotxe. Vaig a peu o en bicicleta. Agafo transports públics.* Reflexionarem sobre què cal fer i la conveniència d'estar a l'aire lliure en zones amb molt de trànsit quan la contaminació és elevada.

17. <http://ajuntament.barcelona.cat/qualitataire/ca/episodis>



Les orenetes i la contaminació de l'aire

Les orenetes són ocells insectívors. Hi ha estudis que relacionen la presència o absència d'orenetes a la ciutat amb la contaminació de l'aire en relació amb la manca o la presència d'insectes voladors per alimentar-se.

Us proposem participar en el Projecte Orenetes¹⁸, que estudia i fa el seguiment d'un ocell urbà: l'oreneta cuablanca (*Delichon urbica*). *Hi ha orenetes a l'escola? I al barri? Investiguem els hàbits quotidians envers la contaminació de l'aire.*¹⁹ Proposem també fer un seguiment de la contaminació atmosfèrica al barri al llarg de l'any.

18. Institut Català d'Ornitologia.
<<http://www.orenetes.cat/la-contaminacio-de-laire/>>

19. Institut Català d'Ornitologia.
<<http://www.orenetes.cat/questionaris/avaluacio-habits-quotidians/>>



La pluja àcida²⁰

Si hi ha òxids de sofre o de nitrogen a l'aire i plou, aquesta pluja esdevindrà àcida. La pluja neteja l'aire però diposita els contaminants a terra, als rius o al mar, i això afecta els organismes vius i també el patrimoni de la ciutat. Fem un petit experiment per veure com un àcid pot afectar els edificis o les obres d'art. Prèviament caldrà que els alumnes es familiaritzin amb els conceptes d'àcid, base i indicador pH.

Necessitem 3 gots, 3 guixos, aigua de l'aixeta, vinagre i suc de llimona. Omplim un got amb aigua, un got amb suc de llimona i l'altre amb vinagre. Posem un guix a cada got i esperem uns minuts. *Què observem? En quins casos hi ha canvis en el guix?*

Si tenim paper indicador de pH podem mesurar aquest paràmetre de cada solució abans i després de posar-hi el guix. *Canvia el pH? Com pot afectar la pluja àcida als edificis o escultures del carrer?*

20. http://mediambient.gencat.cat/web/.content/home/ambits_dactuacio/atmosfera/qualitat_de_laيرة/oficina_tecnica_de_plans_de_millora/material_multimedia/recursos_sensibilitzacio/efectes_de_la_contaminacio_atmosferica_la_pluja_acida.pdf>

A partir de 14 anys



Els efectes de la contaminació sobre la salut

Proposem obrir la infografia Els efectes de la contaminació en la salut²¹ i desplegar les diferents opcions que presenta. *Quins són els principals efectes de la contaminació sobre la salut? Quines parts de l'organisme es poden veure més afectades? Quines són les persones més vulnerables a l'aire contaminat?* Investigarem les paraules clau de malalties no conegudes i com ens podem protegir en les situacions de risc.

També es pot veure el vídeo *La salut de les persones*²² i, si es vol ampliar aquest tema, completar la informació amb dades del projecte BREATHE²³ del CREAL.

21. Infografia extreta del reportatge especial d'El Periódico Que corri l'aire. Mesurant la contaminació a Barcelona. (14 novembre 2016) <http://especiales.elperiodico.com/brands/recursos_contaminacion/infos/info_uno_cat/prueba1.html>

22. AMB. *Canvi d'hàbits*. <<https://www.youtube.com/watch?v=CgT2tabdUxI>>

23. <http://www.creal.cat/projectebre-athe/contaminacio.html>



I si augmenta la contaminació de l'aire?

En les situacions en què els contaminants superen els nivells recomanables per a la salut, s'activen protocols per informar la població. Investiguem en què consisteixen. Podem consultar el web de l'Ajuntament Qualitat de l'aire²⁴. *Què és un preavis? Què és un episodi de contaminació? Què haurem de fer en cas d'episodi de contaminació?* A partir de la informació recopilada, els alumnes elaboraran una campanya per difondre la informació i donar recomanacions al centre per actuar en cas d'episodi.

24. <http://ajuntament.barcelona.cat/qualitataire/ca/episodis>



Bioindicadors i qualitat de l'aire²⁵

Els bioindicadors són organismes vius especialment sensibles als canvis ambientals. En aquest sentit, els líquens i les molles ens donen informació de canvis en la qualitat de l'aire, ja que reaccionen davant de variacions en les concentracions de contaminants com els òxids de nitrogen, el diòxid de sofre o els metalls pesants.

Suggerim un treball de recerca seguint aquesta metodologia²⁶ a partir de les preguntes següents: *Hi ha líquens a prop?* Es tracta de localitzar líquens en els arbres de l'escola (pati) o de l'entorn proper (parcs i jardins, places, carrers). *De quines espècies són?* Identifiquem els líquens amb l'ajuda de guies i claus dicotòmiques, calculem l'índex de biodiversitat líquènica i ho relacionem amb la concentració de contaminants.

25. Extret del treball de recerca Líquens como bioindicadores de l'IES Legio VII de Lleó, participant del programa COME-NIUS durant el curs 2008-2009. <<http://liquenes.ticlegio.com/Home>>

26. <http://liquenes.ticlegio.com/indicadores-y-bioindicadores>

Cap a una ciutat amable

Idees clau

- La millora de la qualitat de l'aire suposa actuacions que impliquen a tothom, ciutadania i Ajuntament.
- La ciutat està dissenyada entorn del trànsit motoritzat. Cal una reflexió en relació amb el model de mobilitat de la ciutat.
- Una ciutat més amable requereix repensar els espais de la ciutat ocupats pels vehicles i donar-los nous usos.

A partir de 3 anys



Imaginem un carrer diferent

Sortim amb la classe davant de l'escola i observem el carrer (és ample o estret?, hi ha molts cotxes o pocs?, hi ha botigues, parcs, places...?, etc.). Podem fer fotografies i després analitzar-les a l'aula. *Com és el carrer de l'escola? Què hi trobem? Com us agradaria que fos?* Demanem als alumnes que facin un dibuix del carrer que s'imaginin i que expliquin per què els agradaria que fos com el representen.



Plantes al pati

Les plantes creen espais agradables i alhora ens ajuden a combatre la contaminació atmosfèrica. Transformem el pati i creem racons verds en la mesura del possible (jardineres, arbres, hort escolar, etc.). *Fem de jardiners. Quines plantes posarem? A on? Cuidem-les.* Impliquem en el projecte la resta de la comunitat educativa (alumnat, professorat, AMPA, personal no docent).



Jugar al carrer

Fem un recull de jocs de carrer. Demanem als alumnes que preguntin als pares o als avis: *Podíeu jugar al carrer quan éreu petits? A què jugàveu? Són iguals tots els jocs?* Els infants compartiran els jocs amb la resta de companys, veuran semblances i diferències segons d'on provenguin i n'aprendran de nous. *I ara, podem jugar al carrer? Per què?* Reflexionarem amb el grup sobre el dret de disposar d'espais on jugar i sobre què podem fer per aconseguir-ne.

A partir de 6 anys



Camí escolar, espai amic²⁷

Aquest projecte neix amb l'objectiu que els nens guanyin autonomia personal i qualitat de vida mentre van i tornen sols de l'escola o d'altres llocs on fan activitats quotidianes (parc, gimnàs, etc.) i descobreixin l'entorn proper amb uns altres ulls. *Sols cap a l'escola? Com ho podem fer?* Proposem impulsar aquesta iniciativa en el vostre centre implicant tota la comunitat educativa (professorat, AMPA, personal no docent). Podeu compartir la vostra experiència amb altres centres que ja hi estan adherits.

Com a activitat a l'aula, cada dia en arribar a classe podem dedicar uns minuts perquè l'alumnat expliqui alguna cosa interessant que han descobert de camí cap a l'escola (cartells informatius, canvis estacionals als parcs, a les botigues, etc.). *Avui he vist...* Per fer-ho poden dibuixar una tira tipus còmic amb 2 o 3 vinyetes, que al llarg del curs s'anirà convertint en una història.



Bicicletejant

Moure's en bicicleta suposa una millora en la qualitat de l'aire i, alhora, fem esport. *Què en sabem, de la bici? Com cal pedalar? Què són els carrils bici? On són?*

Muntem un circuit al pati perquè els alumnes guanyin confiança en el maneig de la bicicleta i alhora aprenguin a circular correctament. Posteriorment, podem demanar-los que busquin informació sobre els carrils bici i que dissenyin una ruta segura per anar des de casa seva fins a l'escola.



Quin barri volem?

Proposem als alumnes reflexionar entorn del barri i dissenyar els diferents espais que en formen part perquè la ciutat sigui més amable. *Què podem fer nosaltres perquè hi hagi menys contaminació? Com ens agradaria el nostre barri? On posarem...?*

Es tracta de construir una maqueta del barri amb els carrers, els espais que els agradaria (parcs, places, carrers, equipaments, etc.). Per fer-ho podem reutilitzar materials diversos: caps de cartró, envasos, taps, joguines, etc.

27. Ajuntament de Barcelona.
Camí escolar, espai amic.
<<http://ajuntament.barcelona.cat/educacio/ca/camins-escolars>>

A partir de 10 anys



Com s'hi va?²⁸

Descobrim com anar d'un lloc a l'altre de la ciutat amb transport públic. Necessitarem un plànol de la ciutat. *On vivim? On està ubicada l'escola? Quina ruta fem per arribar-hi?* Demanem als alumnes que situïn on viuen i on és l'escola. També que marquin la ruta que fan habitualment per anar al centre educatiu. *Podem millorar-la per no contaminar?*

En petits grups, buscaran la millor ruta per anar de casa seva al centre educatiu amb transport públic. Per fer-ho, poden consultar l'aplicació *Com s'hi va*.

²⁸. Ajuntament de Barcelona.
Com s'hi va. <<http://com-shi-va.lameva.barcelona.cat/>>



Manetes de la bici

Organitzem un taller pràctic per millorar l'ús de la bicicleta amb consells sobre manteniment i petites reparacions. *Com cuidar la bici? Com podem reparar avaries freqüents?* Els alumnes poden contribuir en la sessió aportant-hi la seva experiència. També podem demanar la col·laboració de familiars dels alumnes o d'entitats expertes en la matèria.



Bicing²⁹

A través del programa *Com funciona Barcelona?* podem realitzar l'activitat *Bicing*, una visita a les instal·lacions d'aquest servei que permetrà als alumnes descobrir-lo i valorar-lo com a alternativa als desplaçaments amb vehicles motoritzats.

²⁹. Oficina tècnica Com funciona Barcelona?
Tel. 933 262 223 (9.45-14 h)
comfuncionabarcelona@bcn.cat
<http://www.barcelona.cat/ecologia-urbana/comfuncionabarcelona>



A partir de 14 anys



Què són les superilles?³⁰

Descobrim el projecte Superilles. *Què són? N'hi ha, al barri de l'escola? Què ha canviat respecte a fa uns anys? Quins beneficis comporten? Quins inconvenients?*

Fem un debat respecte als canvis de disseny de l'espai urbà, els nous usos de la ciutat i els beneficis que representen. Podem demanar als alumnes que portin fotografies del barri d'anys enrere per ajudar-los a comparar-lo amb l'actual.

30. <http://ajuntament.barcelona.cat/superilles/ca/presentacio>



Eix gris, eix verd³¹

A través del programa *Com funciona Barcelona?* podem fer l'activitat *Eix gris, eix verd* sobre la planificació i la gestió urbanístiques. Els alumnes visitaran i compararan dos carrers de Barcelona. A partir d'aquest treball faran les reflexions següents: *Quins usos poden tenir els carrers i espais públics de Barcelona? Per a què estan dissenyats? Totes les vies han de complir les mateixes funcions? Tots els carrers estan pensats per als mateixos usuaris? Com afecta el model de ciutat a la qualitat de vida de les persones?* L'alumnat descobrirà els elements que configuren l'espai públic i que la manera en què estan disposats en facilita i determina els usos.

31. Oficina tècnica Com funciona Barcelona?
Tel. 933 262 223 (9.45-14 h)
comfuncionabarcelona@bcn.cat
<http://www.barcelona.cat/ecologiaurbana/comfuncionabarcelona>



Participem en la Setmana de la Mobilitat Sostenible i Segura³²

Cada any, entre el 16 i el 22 de setembre, se celebra la Setmana de la Mobilitat Sostenible amb l'objectiu de reflexionar sobre la mobilitat motoritzada i buscar alternatives de desplaçament més sostenibles. Suggerim que us adhereu a la campanya i participeu en les moltes activitats que s'organitzen. Els alumnes més grans del centre poden dinamitzar els més petits.

32. <http://ajuntament.barcelona.cat/superilles/ca/presentacio>



En marxa per la salut ambiental!³³

L'activitat *En marxa per la salut ambiental!* del programa *Compartim un futur* de l'AMB consisteix en un itinerari amb autobús híbrid o elèctric que va des del mirador de Torre Baró fins al Port de Barcelona. Des del mirador s'obté una visió àmplia de la ciutat de Barcelona, de la complexitat del sistema urbà i de la problemàtica de la contaminació atmosfèrica. Es pot aprofitar per reflexionar sobre què podem fer-hi nosaltres i què fan les administracions.

33. Oficina tècnica Com funciona Barcelona?
Tel. 933 262 223 (9.45-14 h)
comfuncionabarcelona@bcn.cat
<http://www.barcelona.cat/ecologiaurbana/comfuncionabarcelona>



7. Bibliografia i recursos

LECTURES

AJUNTAMENT DE BARCELONA. *Avaluació de la qualitat de l'aire a la ciutat de Barcelona*. Barcelona: Ajuntament de Barcelona, 2016. També disponible en línia a: <http://www.aspb.cat/wp-content/uploads/2016/07/Avaluacio-de-la-qualitat-aire-a-la-ciutat-de-barcelona-2016-PRV.pdf>

AJUNTAMENT DE BARCELONA. *Barcelona + Sostenible. Compromís de Barcelona pel clima*. Barcelona. També disponible en línia a: <http://ajuntament.barcelona.cat/premsa/wp-content/uploads/2015/11/Compromis-Bcn-Clima.pdf>

AJUNTAMENT DE BARCELONA. *Barcelona resilient al canvi climàtic*. Barcelona: Ajuntament de Barcelona. Hàbitat Urbà - Medi Ambient i Serveis Urbans, 2014. També disponible en línia a: http://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/sites/default/files/BCN_resilient_def.pdf

AJUNTAMENT DE BARCELONA. *Informe activitat turística*. Barcelona: Consell Turisme i Ciutat, 2016. També disponible en línia a: http://ajuntament.barcelona.cat/turisme/sites/default/files/documents/160709_ndp_anex_1_160714_informe_activitat_turistica.pdf

AJUNTAMENT DE BARCELONA. *L'energia a Barcelona 2013. Balanç de ciutat i municipal*. Barcelona: Ajuntament de Barcelona. Observatori de l'Energia de Barcelona, 2013. També disponible en línia a: http://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/sites/default/files/Balanc-energia-Barcelona_2013.pdf

AJUNTAMENT DE BARCELONA. “Ordenança del medi ambient de Barcelona”. Barcelona: Ajuntament de Barcelona, 2011. <http://hdl.handle.net/11703/86859>. Modificada el 2014. <http://hdl.handle.net/11703/86860>

AJUNTAMENT DE BARCELONA. *Pla d'energia, canvi climàtic i qualitat de l'aire de Barcelona 2011-2020 (PECQ)*. Barcelona: Ajuntament de Barcelona, 2011. També disponible en línia a: <http://hdl.handle.net/11703/96402>

AJUNTAMENT DE BARCELONA. *Pla de millora de la qualitat de l'aire de Barcelona 2015-2018*. Barcelona: Ajuntament de Barcelona. Hàbitat Urbà - Medi Ambient i Serveis Urbans. Gerència Adjunta de Medi Ambient i Serveis Urbans, 2015. També disponible en línia a: <http://hdl.handle.net/11703/83944>

AJUNTAMENT DE BARCELONA. *Pla de mobilitat urbana 2013-2018*. Barcelona: Ajuntament de Barcelona, 2015. També disponible en línia a: http://mobilitat.ajuntament.barcelona.cat/ca/documentacio?field_tipologia_documentacion_tid=11

AJUNTAMENT DE BARCELONA. *Pla del verd i de la biodiversitat de Barcelona 2012-2020*. Barcelona: Ajuntament de Barcelona. Hàbitat Urbà - Medi Ambient i Serveis Urbans, 2013. També disponible en línia a: <http://hdl.handle.net/11703/85099>

AJUNTAMENT DE BARCELONA. *Població de la ciutat. 1900-2015* [en línia]. Barcelona: Ajuntament de Barcelona. Departament d'Estadística, 2015. (Dades de la ciutat) <http://www.bcn.cat/estadistica>

AJUNTAMENT DE BARCELONA. *Programa de mesures contra la contaminació de l'aire*. Barcelona: Taula Contra la Contaminació de l'Aire, 2016. També disponible en línia a: <http://ajuntament.barcelona.cat/premsa/wp-content/uploads/2016/11/Programamesurescontrala-contaminacio.pdf>

AJUNTAMENT DE BARCELONA; DIPUTACIÓ DE BARCELONA; BARCELONA TURISME. *Informe de l'activitat turística a Barcelona*, 2016. (No publicat)

ARA. “L'aire que ens intoxica” [en línia]. http://interactius.ara.cat/contaminacio-atmosferica-barcelona-qualitat-aire?utm_medium=social&utm_source=facebook&utm_campaign=especials-up

ARA. “Vius a Barcelona? Aquests són els efectes de l'aire que respireu en la teua salut”

[en línia]. http://www.ara.cat/societat/barcelona-contaminacio-diesel_o_1486651549.html

ÀREA METROPOLITANA DE BARCELONA. *Bones pràctiques per a la prevenció de la contaminació atmosfèrica en les obres dels municipis metropolitans*. Barcelona: AMB. Oficina Tècnica de Gerència, 2016. També disponible en línia a: <http://www.amb.cat/documents/11818/276916/Guia+contaminacio+obres.pdf/08708fea-67cf-4a07-bba7-920705628a46>

ÀREA METROPOLITANA DE BARCELONA. *Canvi d'hàbits* [portal informatiu]. <http://www.canvidhabits.com/>

<http://canvidhabits.com/ca/calcula-grau-contaminacio/>

ÀREA METROPOLITANA DE BARCELONA. *L'aire que respirem. Bones pràctiques per millorar la qualitat de l'aire*. [infografia]. http://www.amb.cat/documents/10240/5615901/AMB_infografia_aire_digital.pdf/9e0fad59-b91c-4816-a041-0b60ad44957c

ÀREA METROPOLITANA DE BARCELONA. *La salut de les persones* [vídeo]. <https://www.youtube.com/watch?v=CgT2tabdUxI>

BALLESTER, F.; BOLDO, E. “Los efectos de la contaminación del aire sobre la salud de las personas y las poblaciones”. Observatorio de Medio Ambiente en España 2010 de DKV Seguros y ECODES. *Contaminación atmosférica y salud*, 2010.

BARCELONA REGIONAL; AMB. *Pla de sostenibilitat de l'ÀMB. Canvi Climàtic*. Barcelona: AMB. Serveis Ambientals, 2013. http://www3.amb.cat/repositori/PSAMB/Canvi_clima.pdf

BETEVE. “L'efecte illa de calor reescalfa sobretot els carrers del centre”. (05 juliol 2015)

BOADA, M.; CAPDEVILA, L. *Barcelona, biodiversitat urbana*. Barcelona: Ajuntament de Barcelona. Direcció de Serveis d'Educació Ambiental i Participació, 2010.

CARBOSCHOOLS [projecte en línia]. <http://www.carboschools.cat/>

CENTRO COMPLUTENSE DE ESTUDIOS E INFORMACIÓN MEDIOAMBIENTAL. *Cambio global España 2020/50. Cambio climático y salud*. Madrid: Fundación General de la Universidad Complutense de Madrid, 2012. <http://sanidadambiental.com/wp-content/uploads/varios/Informe%20Salud%20y%20Cambio%20Climatico.pdf>

CHAPARRO, L.; TERRADAS, J. *Serveis ecològics del verd urbà a Barcelona*. Barcelona: Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals; Ajuntament de Barcelona. Institut Municipal de Parcs i Jardins, 2009. http://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=29a34037-893d-4d81-a0b4-eb5e58160527&groupId=7294824

CITIZENSSQKM [projecte en línia]. www.citizenssqkm.net

CORINA BASNOU, C.; VAYREDA, J.; PINO, J. *Serveis ecosistèmics de la infraestructura verda de l'Àrea Metropolitana de Barcelona: primera diagnosi*. Barcelona: CREAF; AMB, 2014. http://www3.amb.cat/repositori/PSAMB/Estudis/Serveis_ecosist%C3%A8mics_de_la_infraestructura_verda_de_l_ÀMB_Primera_diagnosi.pdf

DKV SEGUROS; ECODES. *Contaminación atmosférica y salud*. Observatorio de Medio Ambiente en España 2010 de DKV Seguros y ECODES, 2010. http://ecodes.org/component/option.com_phocadownload/Itemid.446/id.22/view.category/

DORA, C.; HOSKING, J.; MUDU, P. P.; FLETCHER, E. R. *Transporte urbano y salud. Módulo 5G: transporte sostenible*. Ginebra: OMS; GIZ (GmbH), 2011. http://www.who.int/hia/green_economy/giz_transport_sp.pdf

EL BAGUL DELS JOCS [blog]. <https://elbaguldelsjocs.wordpress.com/2013/06/18/terra-aire-mar/>

EL PERIÓDICO. “Que corri l'aire. Mesurant la contaminació a Barcelona” [en línia] (14 novembre 2016). <http://especiales.elperiodico.com/brands/corri-aire-contaminacio-barcelona.html>

http://especiales.elperiodico.com/brands/recursos_contaminacion/infos/info_uno_cat/prueba1.html

EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY. *Air quality in Europe – 2016 Report*. Luxemburg: Publications Office of the European Union, 2016. <http://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2016>

FONDATION LA MAIN À LA PÂTE. *Projecte educatiu per aprendre i viure la ciència a l'escola* [en línia]. http://www.fondation-lamap.org/es/international-resources?field_language_value%5B%5D=CA

GENERALITAT DE CATALUNYA. *Aire més net* [aplicació en línia per a mòbil]. http://mediambient.gencat.cat/ca/05_ambits_dactuacio/atmosfera/qualitat_de_laire/mesura_de_la_qualitat_de_laire/descarrega_app

GENERALITAT DE CATALUNYA. *Estació de mesurament de la qualitat de l'aire* [vídeo]. <http://www.gencat.cat/mediamb/videos/aire/>

GENERALITAT DE CATALUNYA. *Per un aire més net* [en línia]. http://mediambient.gencat.cat/web/.content/home/ambits_dactuacio/atmosfera/qualitat_de_laire/oficina_tecnica_de_plans_de_millora/material_multimedia/tripectics/1_Treballant-per-un-aire-mes-net-a-la-glomeracio-de-Barcelona.pdf

http://mediambient.gencat.cat/web/.content/home/ambits_dactuacio/atmosfera/qualitat_de_laire/oficina_tecnica_de_plans_de_millora/material_multimedia/recursos_sensibilitzacio/efectes_de_la_contaminacio_atmosferica_la_pluja_acida.pdf

GENERALITAT DE CATALUNYA. *Pla d'actuació per a la millora de la qualitat de l'aire, horitzó 2020* [en línia]. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat, 2015. http://mediambient.gencat.cat/ca/05_ambits_dactuacio/atmosfera/qualitat_de_laire/plans_de_millora/pla_millora_qualitat_aire_2011_2015/

GIRBAU, M. R.; SALAS, K. *Salut i medi ambient*. Barcelona: Universitat de Barcelona. Departament d'Infermeria de Salut Pública, Salut Mental i Maternoinfantil, 2005.

GLOBAL CITIES. *Global Scholars Around the World* [en línia]. <https://www.globalcities.org/home/>

GÓMEZ, I. *Qualitat de l'aire, trànsit i salut*. Madrid: Ecologistes en Acció, 2008.

IES LEGIO VII (LLEÓ). *Líquenes como bioindicadores*, treball de recerca del grup participant del programa COMENIUS durant curs 2008/2009 [en línia].

<http://liques.ticlegio.com/Home>; <http://liques.ticlegio.com/indicadores-y-bioindicadores>

INSTITUT CATALÀ D'ORNITOLOGIA. *Projecte Orenetes* [en línia]. <http://www.orenetes.cat/la-contaminacio-de-laire/>; <http://www.orenetes.cat/questionaris/avaluacio-habits-quotidians/>

INSTITUT DE SALUT GLOBAL DE BARCELONA. *Projecte INMA* [en línia]. http://www.isglobal.org/ca/web/guest/project/-/asset_publisher/qf6QOKuKkIC3/content/proyecto-inma-infancia-y-medio-ambiente

JORI, G. “Higiene y salud pública en Barcelona a finales del siglo XVIII. El Dictamen de la Academia Médico-Práctica de Barcelona (1784)”. Biblio 3W. *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*. Vol. XIV (25 juliol 2009), núm. 832. ISSN 1138-9796. També disponible en línia a: <http://www.ub.es/geocrit/b3w-832.htm>

KWIATKOWSKI, L.; COX, P. M.; ECONO-MOU, T.; HALLORAN, P. R.; MUMBY, P. J.; BOOTH, BEN B. B.; CARILLI, J.; GUZMÁN, H. M. (2013): “Caribbean coral growth influenced by anthropogenic aerosol emissions”. *Nature Geoscience*, núm. 6, p. 362-366.

LAVOLA. *Diagnosi de mobilitat i qualitat de l'aire: estratègia de resiliència i adaptació al canvi climàtic de Barcelona*. Versió 02. Barcelona, setembre de 2016.

MARTÍ VALLS, J. (coord.). *El medi ambient i la salut. Qualitat de l'aire, contaminació química, soroll i radiacions. Anàlisi de legislació i experiències de bones pràctiques de millora del medi i la salut. Propostes per a Catalunya*. Barcelona: Centre d'Anàlisi i Programes Sanitaris (CAP), 2010. https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=77df4f4a-4d4d-4135-a32f-co44b9611831&groupId=7294824

NADEAU, Kari; McDONALD-HYMAN, Cameron; NOTH, Elizabeth M.; PRATT, Boriانا; HAMMOND, S. Katharine; BALMES, John; TAGER, Ira. “Ambient air pollution impairs regulatory T-cell function in asthma”. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 2010, 126 (4): 845.

ORGANITZACIÓ MUNDIAL DE LA SALUT (OMS). *BreatheLife 2030* [campanya]. <https://breathelife2030.org/>

ORGANITZACIÓ MUNDIAL DE LA SALUT (OMS). *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización mundial 2005*. Ginebra: OMS, 2006. http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69478/1/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf

PORT DE BARCELONA. *Estadísticas de tráfico del Port de Barcelona. Datos acumulados diciembre 2016*. Barcelona: Port de Barcelona. Servicio de Estadística, 2017. http://content.portdebarcelona.cat/cntmng/d/d/workspace/SpacesStore/d00aaafb-1d1c-4825-89e9-1b20aab20e16/PortBcnTrafic2016_12_es.pdf

PORT DE BARCELONA, *Estadísticas de tráfico del Port de Barcelona. Datos acumulados diciembre 2015*. Barcelona: Port de Barcelona. Servicio de Estadística, 2016. http://content.portdebarcelona.cat/cntmng/d/d/workspace/SpacesStore/7b73d5aa-3208-4f01-a22e-a291ba-788f6a/portBcnTrafic2015_12_es.pdf

PUJOL, J.; MARTÍNEZ-VILAVELLA, G.; MACIÀ, D.; FENOLL, R.; ÁLVAREZ-PEDREROL, M.; RIVAS, I.; FORNS, J.; BLANCO-HINOJO, L.; CAPELLADES, J.; QUEROL, X.; DEUS, J.; SUNYER, J. *Traffic pollution exposure is associated with altered brain connectivity in school children*. *NeuroImage*, 2016, 129:175-184.

RUEDA, S. *Ecologia urbana*. Barcelona: Ed. Beta, 1995.

SCEA. *Maleta de l'energia* [en línia]. http://www.scea.cat/WEB2015/images/pdfs/Rec_Maleta_Energia/El_Cl/E_Folica/3_Folica_El_Cl_2016.pdf

UNEP. GEO 5: *Perspectivas del medio ambiente mundial. Medio ambiente para el futuro que queremos*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2012. <http://www.pnuma.org/deati/pdf/GEO5full.pdf>



WEBS

ADIF. Centres logístics de Can Tunis i el Morrot. http://www.adif.es/es_ES/ocio_y_cultura/fichas_informativas/ficha_informativa_00047.shtml

AENA. Estadístiques de trànsit aeri. <http://www.aena.es/csee/Satellite?pagename=Estadisticas/Home>

AENA. Qualitat de l'aire. <http://www.aena.es/es/aeropuerto-barcelona/calidad-aire.html>

AGÈNCIA EUROPEA DE MEDI AMBIENT. Canvi climàtic i aire. <http://www.eea.europa.eu/es/senales/senales-2013/articulos/cambio-climatico-y-aire>

AJUNTAMENT DE BARCELONA. Dades bàsiques de mobilitat 2015. http://mobilitat.ajuntament.barcelona.cat/sites/default/files/DB_2015.pdf

AJUNTAMENT DE BARCELONA. Mobilitat. http://mobilitat.ajuntament.barcelona.cat/ca/documentacio?field_tipologia_documentacion_tid=12

AJUNTAMENT DE BARCELONA. Setmana de la Mobilitat Sostenible i Segura. <http://ajuntament.barcelona.cat/setmanamobilitat/ca/>

AJUNTAMENT DE BARCELONA. Camins escolars. <http://ajuntament.barcelona.cat/educacio/ca/camins-escolars>

AJUNTAMENT DE BARCELONA. Superilles. <http://ajuntament.barcelona.cat/superilles/presentacio>

AJUNTAMENT DE BARCELONA. Bicicleta: <http://ajuntament.barcelona.cat/bicicleta/ca/>

AJUNTAMENT DE BARCELONA. Qualitat de l'aire. <http://ajuntament.barcelona.cat/qualitatataire/>

<http://ajuntament.barcelona.cat/qualitataire/ca/els-elements-contaminants>

<http://ajuntament.barcelona.cat/qualitataire/ca/i-jo-qu-hi-puc-fer>

<http://ajuntament.barcelona.cat/qualitataire/ca/episodis>

AJUNTAMENT DE BARCELONA. Qualitat de l'aire (EQAB). <http://ajuntament.barcelona.cat/qualitataire/ca/classificaci-de-l-estat-de-la-qualitat-de-l-aire-de-barcelona-eqab>

AJUNTAMENT DE BARCELONA. Estratègia de la bicicleta per Barcelona. http://es.slideshare.net/Barcelona_cat/mesura-de-govern-estratgia-de-la-bicicleta-per-barcelona

AJUNTAMENT DE BARCELONA. Carrils bici. <http://com-shi-va.lameva.barcelona.cat/ca/bicicleta>

AJUNTAMENT DE BARCELONA. Bicing. <https://www.bicing.cat/>

AJUNTAMENT DE BARCELONA. Què respiren quan respiren. <http://lameva.barcelona.cat/querespores/ca>

AJUNTAMENT DE BARCELONA. Com s'hi va. <http://com-shi-va.lameva.barcelona.cat/>

AJUNTAMENT DE BARCELONA. BCN respira. <http://bcn-respira.ifo.eu/cat/>

AJUNTAMENT DE BARCELONA. La Fàbrica del Sol. <http://ajuntament.barcelona.cat/lafabricadelSol/ca/canal/contacte>

AJUNTAMENT DE BARCELONA. PAE. www.bcn.cat/educacio/pae

AMB. Energia. <http://www.amb.cat/web/territori/infraestructures-metropolitanes/so-bre-les-infraestructures/energia>

AMB. Mobilitat i transport. <http://www.amb.cat/web/area-metropolitana/dades-estadistiques/mobilitat-i-transport>

ATM. Enquesta de mobilitat. <http://www.atm.cat/web/ca/EMEF.php>

BREATHE (Brain Air School Investigation). <http://www.creal.cat/projectebreathe/descripcio.html>

<http://www.creal.cat/projectebreathe/contaminacion.html>

DIPUTACIÓ DE BARCELONA. Qualitat de l'aire exterior. <http://www.diba.cat/web/salutpublica/qualitat-aire-exterior>

DIRECCIÓ GENERAL DE TRÀNSIT. Distintiu ambiental. <http://www.dgt.es/es/seguridad-vial/distintivo-ambiental/>

ENCICLOPEDIA.CAT. Smog. <http://www.encyclopedia.cat/EC-GEC-0143066.xml>

EPA (Environmental Protection Agency, Estats Units). Temes relacionats amb l'aire. <https://www.epa.gov/environmental-topics/air-topics>

ESCAPE (European Study of Cohorts for Air Pollution Effects). <http://www.escapeproject.eu/>

GENERALITAT DE CATALUNYA. Fem aire més net. <http://femairemesnet.webnode.com/>

GENERALITAT DE CATALUNYA. La qualitat de l'aire a Catalunya. <http://qualitatdelaire.cat/>

GENERALITAT DE CATALUNYA. Pla d'actuació per a la millora de la qualitat de l'aire, horitzó 2020. http://mediambient.gencat.cat/ca/05_ambits_dactuacio/atmosfera/qualitat-de-laire/plans-de-millora

GENERALITAT DE CATALUNYA. Principals contaminants. http://mediambient.gencat.cat/ca/05_ambits_dactuacio/atmosfera/la-contaminacio-atmosferica/principals-contaminants/

GENERALITAT DE CATALUNYA. Qualitat de l'aire. http://mediambient.gencat.cat/ca/05_ambits_dactuacio/atmosfera/qualitat-de-laire/

IERMB. Enquestes de mobilitat. <https://iermb.uab.cat/ca/enquestes/enquestes-de-mobilitat>

INSTITUT DESALUTGLOBALDEBARCELONA. <http://www.isglobal.org/>

IQA (cercador de ciutats). Contaminació de l'aire de Barcelona (Eixample). <http://aqicn.org/city/spain/catalunya/barcelona-eixample/es/>

NACIONS UNIDES. Objectius de Desenvolupament Sostenible. <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

ONU MEDI AMBIENT. Oficina Regional d'Amèrica Llatina i el Carib. <http://www.pnuma.org/>

ORGANITZACIÓ MUNDIAL DE LA SALUT (OMS). www.who.int/

ORGANITZACIÓ MUNDIAL DE LA SALUT (OMS). Contaminació de l'aire. http://www.who.int/topics/air_pollution/es/

ORGANITZACIÓ MUNDIAL DE LA SALUT (OMS). Qualitat de l'aire ambient (exterior) i salut. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>

PORT DE BARCELONA. Medi atmosfèric. <http://www.portdebarcelona.cat/es/web/el-port/qualitat-de-l-aire/>

UNECE. Programa paneuropeu de transport, salut i medi ambient. <https://www.unece.org/thepep/en/welcome.html>

UNIVERSITAT DE BARCELONA. Qualitat de l'aire. <http://www.ub.edu/ossma/indicadors-ambientals/qualitat-aire>

XARXA AEROBIOLÒGICA DE CATALUNYA. <http://lap.uab.cat/aerobiologia/es/>





8. Annexos

Annex 1.

Fitxes de contaminants

Òxids de Nitrogen

DESCRIPCIÓ		
NOM: Òxids de nitrogen		Fórmula: NO, NO ₂ , NO _x
Són la suma del monòxid de nitrogen (NO), el diòxid de nitrogen (NO ₂) i altres òxids de nitrogen. El NO ₂ , per exemple, és un gas de color marronós i d'olor irritant.		
ORIGEN		
Les fonts principals d'òxids de nitrogen són els processos de combustió que tenen lloc a altes temperatures com, per exemple, la combustió interna dels automòbils, especialment els dièsel (el trànsit suposa gairebé el 70% de la producció d'aquestes emissions a la ciutat), la incineració de residus, la combustió de carburants o les cremes agrícoles. En el cas del NO ₂ , també pot ser considerat com un contaminant secundari, ja que una part es pot originar a l'atmosfera en reaccionar el NO amb l'oxigen de l'aire o amb l'ozó.		
Primari: X		Secundari: X
INTERCTUA AMB		
Tenen un paper important en la formació de contaminants secundaris, com l'ozó i les partícules.		
NIVELL DE REFERENCIA		
Valors límit de la Unió Europea (UE) (vigents a partir de l'1/1/2010)		Valors límit de l'Organització Mundial de la Salut (OMS)
Valor límit horari (VLh)	200 µg/m³	200 µg/m³
Superacions del valor límit horari	No es podrà superar en més de 18 ocasions per any civil	--
Valor límit mitjana anual (VLa)	40 µg/m³	40 µg/m³
Llindar d'alerta	400 µg/m³	--



OBJECTIUS DE QUALITAT DE L'AIRE	
UE	OMS
X Valor límit mitjana anual	X Valor límit mitjana anual X Valor límit horari
EVOLUCIÓ EN ELS DARRERS ANYS	
Recentment els nivells de NO ₂ a la ciutat s'han incrementat, tot i que la tendència des de l'any 2000 havia estat de certa contenció i fins i tot s'havia detectat un descens lleuger. Els valors més severs, superant el valor límit anual de la UE i el nivell de referència de l'OMS, s'han registrat en les estacions de trànsit, molt probablement degut a la mobilitat diària d'entrada i sortida de la ciutat. En els últims anys també s'ha produït alguna superació horària dels 200 µg/m³ a la ciutat.	
AFECTACIONS	
A curt termini	A llarg termini
En exposicions de curta durada per sobre dels 200 mg/m³, el NO ₂ és un gas tòxic que causa inflamació i irritació de les vies respiratòries.	Una exposició prolongada a aquests gasos dona lloc a problemes al llarg de tot el tracte respiratori, fins i tot als bronquis; és el cas del NO ₂ , que també afecta el fetge. Alhora, els òxids de nitrogen que penetren a l'organisme combinats amb l'hemoglobina de la sang poden formar nitrosamines, potencialment cancerígenes.
ACTUACIONS PREVISTES	
Foment d'una mobilitat més neta. Aposta per un urbanisme més sostenible. Reducció de l'impacte global de les ciutats: eficiència energètica i lluita contra el canvi climàtic.	

Partícules en suspensió

DESCRIPCIÓ		
NOM: Partícules en suspensió		Fórmula: PM10, PM2,5
Contaminants que no es troben en forma de gas sinó de partícules de mida i composició variables. S’acostumen a classificar en funció de la seva mida i amb les sigles PM (Particulate Matter en anglès), de manera que les partícules en suspensió anomenades PM10 són les que tenen de mitjana un diàmetre inferior a 10 micres (una mil·lèsima part d’un mil·límetre), mentre que les anomenades PM2,5 tenen un diàmetre mitjà inferior a 2,5 micres. Es parla de pols quan la mida és superior a 20 micres.		
ORIGEN		
Les partícules en suspensió lligades a l’activitat humana provenen majoritàriament de la combustió de combustibles fòssils, dels automòbils (entre un 40 i un 60%), especialment els dièsel, i d’activitats industrials molts diverses (metal·lúrgia, incineració, mineria, extracció d’àrids i cimenteres...). També sorgeixen pel desgast d’elements relacionats amb la mobilitat, com els pneumàtics o els frens. Les partícules d’origen natural poden provenir de fenòmens naturals com les erupcions volcàniques, els aerosols marins o des de zones àrides i deserts.		
Primari: X		Secundari:
INTERCTUA AMB		
Metalls pesants i òxids de sofre, principalment.		
NIVELL DE REFERENCIA		
PM10		
Valors límit de la Unió Europea (UE) (vigents a partir de l’1/1/2005)		Valors límit de l’Organització Mundial de la Salut (OMS)
Valor límit diari (VLd)	50 µg/m³	50 µg/m³
Superacions del valor límit diari	No es podrà superar en més de 35 ocasions per any civil	--
Valor límit mitjana anual (VLa)	40 µg/m³	20 µg/m³

PM2,5		
Valors límit de la Unió Europea (UE) (vigents a partir de l’1/1/2005)		Valors límit de l’Organització Mundial de la Salut (OMS)
Valor límit diari (VLd)	--	25 µg/m³
Valor límit mitjana anual (VLa)	25 µg/m³ (vigents a partir de l’1/1/2015) 20 µg/m³ (vigents a partir de l’1/1/2020)	10 µg/m³
OBJECTIUS DE QUALITAT DE L’AIRE		
UE		OMS
PM10		
✓	X Valor límit mitjana anual X Valor límit diari	
PM2,5		
✓	X Valor límit mitjana anual X Valor límit diari	
EVOLUCIÓ EN ELS DARRERS ANYS		
La concentració de partícules PM10 a l’aire de la ciutat s’ha vist incrementada recentment, tot i que en els darrers anys s’havien registrat descensos en aquest paràmetre. Així, des de l’any 2010 es compleix el valor límit anual de la UE a totes les estacions de la ciutat, però no segons les directrius de l’OMS (des del 2000). Segons alguns estudis, els ciutadans de l’àrea metropolitana de Barcelona respiren uns 292 kg de partícules PM10 cada any, l’equivalent a quasi 24 bombones de butà . L’evolució recent de les partícules PM2,5 també mostra un augment en la seva concentració, tot i que en els darrers anys se n’havia constatat un descens. Ara bé, donades les diferències de criteri entre els valors de la UE i l’OMS, a Barcelona es compleix el límit anual fixat per la UE (i no el determinat per les directrius de l’OMS).		
AFECTACIONS		
A curt termini		A llarg termini
Les partícules sòlides poden provocar irritació de les mucoses i problemes en el sistema respiratori. De fet, si bé les PM10 són simplement respirables, les PM2,5 són inhalants i arriben més endins del sistema respiratori, com ara als alvèols, i poden provocar asma, reducció de les funcions pulmonars i fins i tot malaltia pulmonar obstructiva crònica.		L’exposició prolongada a aquest material particulat redueix l’esperança de vida mitjana en quasi 9 mesos. La seva toxicitat es pot veure incrementada en interactuar amb altres contaminants, com ara els òxids de sofre, i esdevenir més perilloses per a la salut, així com tenir efectes cancerígens.
ACTUACIONS PREVISTES		
Foment d’una mobilitat més neta. Aposta per un urbanisme més sostenible. Reducció de l’impacte global de les ciutats: eficiència energètica i lluita contra el canvi climàtic.		

Ozó

DESCRIPCIÓ		
NOM: Ozó		Fórmula: O ₃
És un gas incolor que es troba en diverses capes de l’atmosfera. A l’estratosfera (entre 10 i 60 quilòmetres d’altura) és un component natural que intervé positivament en la vida al planeta contribuint a l’efecte d’hivernacle. Però a la troposfera, a la part més propera a la superfície terrestre (entre 0 i 10.000 metres d’altura), on els nivells naturals d’ozó haurien de ser baixos, si s’hi acumula en excés esdevé un contaminant.		
ORIGEN		
L’ozó troposfèric és un contaminant secundari format per la reacció de contaminants primaris, principalment compostos orgànics volàtils (COV), com hidrocarburs i òxids de nitrogen (NO _x), en presència de la llum solar. Per això, les concentracions d’aquest compost són més elevades durant els mesos d’estiu (més sol) a la perifèria de les zones on s’emeten les substàncies que el provoquen. No obstant això, l’ozó troposfèric també pot ser transportat molt lluny del lloc on es produeix.		
Primari:		Secundari: X
INTERCTUA AMB		
La molècula d’ozó té molta afinitat amb el NO, amb el qual reacciona ràpidament per formar NO ₂ .		
NIVELL DE REFERENCIA		
Valors límit de la Unió Europea (UE) (vigents a partir de l’1/1/2010)		Valors límit de l’Organització Mundial de la Salut (OMS)
Valor objectiu màxim 8-horari (VO8-h) de protecció de la salut	120 µg/m³	100 µg/m³
Superacions del valor objectiu màxim 8-horari (VO8-h) de protecció de la salut	No es podrà superar més de 25 dies per cada any civil de mitjana en un període de 3 anys	--
Llindar horari d’informació a la població (LIP)	180 µg/m³	--
Llindar horari d’alerta a la població (LAP)	240 µg/m³	--



OBJECTIUS DE QUALITAT DE L’AIRE	
UE	OMS
X Llindar horari d’informació a la població	X Màxim 8-horari
EVOLUCIÓ EN ELS DARRERS ANYS	
Des de l’any 2003, els nivells d’ozó s’havien mantingut més o menys estables, sense sobrepassar els 25 episodis de superació del màxim 8-horari permesos per la UE, però no per l’OMS. Alhora, tampoc s’havia superat mai el llindar horari d’informació a la població, fins que va tenir lloc un episodi l’any 2015.	
AFECTACIONS	
A curt termini	A llarg termini
Els seus efectes estan estretament relacionats amb la concentració i el temps d’exposició al gas, però, en ser un compost altament oxidant i agressiu, pot provocar irritació als ulls i a les mucoses nasals i bucals, penetrar fàcilment i irritar les vies respiratòries i alterar l’activitat pulmonar normal donant lloc a intoxicacions que en els seus nivells més baixos provoquen fatiga, cansament i problemes de concentració i mal de cap.	Alguns estudis recollits per l’OMS han posat de manifest que la mortalitat diària i la mortalitat a causa de malalties del sistema cardiovascular tenen tendència a augmentar lleugerament quan es donen concentracions més grans d’ozó.
ACTUACIONS PREVISTES	
Foment d’una mobilitat més neta. Aposta per un urbanisme més sostenible. Reducció de l’impacte global de les ciutats: eficiència energètica i lluita contra el canvi climàtic.	

Annex 2.

Relació de la guia amb el currículum escolar

INFANTIL

Capacitats

- Les capacitats que es treballen amb aquestes activitats són:
- *Aprendre a descobrir i a tenir iniciativa*
 - *Aprendre a conviure i a habitar el món*

Continguts

Àmbits	Continguts
Descoberta d'un mateix i dels altres	Exploració de moviments en relació amb un mateix, amb els altres, els objectes i la situació espaciotemporal, tot avançant en les possibilitats expressives del propi cos.
	Experimentació i interpretació de sensacions i significats referits a l'espai: dintre-fora, davant-darrere, segur-perillós, entre altres, i referits al temps: ritme, ordre, durada, simultaneïtat, espera.
	Exercitació progressiva d'hàbits que afavoreixin la relació amb els altres: cura, atenció, escolta, diàleg i respecte.
	Incorporació progressiva d'hàbits beneficiosos per a la salut com a benestar personal i interpersonal.



Descoberta de l'entorn	Observació i identificació de diferents elements de l'entorn: materials, objectes, animals, plantes, paisatges.
	Observació i identificació de l'entorn social: l'escola, el carrer, el barri, el poble o la ciutat. Reconeixement de pertinença a la família, a l'escola, al grup classe, i de les relacions que s'hi estableixen.
	Observació i identificació de fenòmens naturals: dia, nit, sol, pluja, núvols, vent, entre altres, i valoració de la seva incidència en la vida quotidiana.
	Respecte pels elements de l'entorn natural i social i participació en actuacions per a la conservació del medi.
Comunicació i llenguatges	Curiositat i iniciativa per la descoberta, per fer-se preguntes, cercar informació de diferents fonts, compartir-la amb els companys de classe i organitzar-la en els diferents models.
	Participació i escolta activa en situacions habituals de comunicació, com ara converses, contextos de joc, activitats de la vida quotidiana i activitats relacionades amb la cultura.

PRIMÀRIA

Competències bàsiques

- Les competències que es treballen amb aquestes activitats són:
- Competència en el coneixement i la interacció amb el món físic
 - Competència social i ciutadana
 - Competència d'aprendre a aprendre

Competències bàsiques pròpies de l'àmbit de coneixement del medi social i cultural

Dimensió	Competències
Món actual	Plantejar-se preguntes sobre el medi, utilitzar estratègies de cerca de dades i analitzar resultats per trobar respostes.
	Valorar problemes socials rellevants interpretant-ne les causes i les conseqüències per plantejar propostes de futur.
Salut i equilibri personal	Prendre decisions sobre higiene i salut amb coneixements científics per a la prevenció i el guariment de malalties.



Continguts de l'àrea de coneixement del medi social i cultural

Nivell	Matèria	Bloc	Continguts
1r i 2n de primària	Coneixement del medi natural	Iniciació a l'activitat científica	Exploració d'aspectes de l'entorn a partir d'una qüestió rellevant.
3r i 4t de primària		Iniciació a l'activitat científica	Interès per l'observació i la generació de preguntes científiques, així com per la construcció de respostes coherents amb el coneixement científic.
3r i 4t de primària	Coneixement del medi social i cultural	Persones, cultures i societats	Reconeixement de situacions relatives a la mobilitat viària que poden comportar risc.
5è i 6è de primària		El món que ens envolta	Lectura i interpretació de dades del temps atmosfèric en diferents representacions. Valoració d'actuacions que contribueixen a la protecció del medi.

SECUNDÀRIA

Competències

Les competències que es treballen amb aquestes activitats són:

- Competència en el coneixement i la interacció amb el món físic
- Competència social i ciutadana
- Competència d'aprendre a aprendre

Competències bàsiques de l'àmbit científicotecnològic

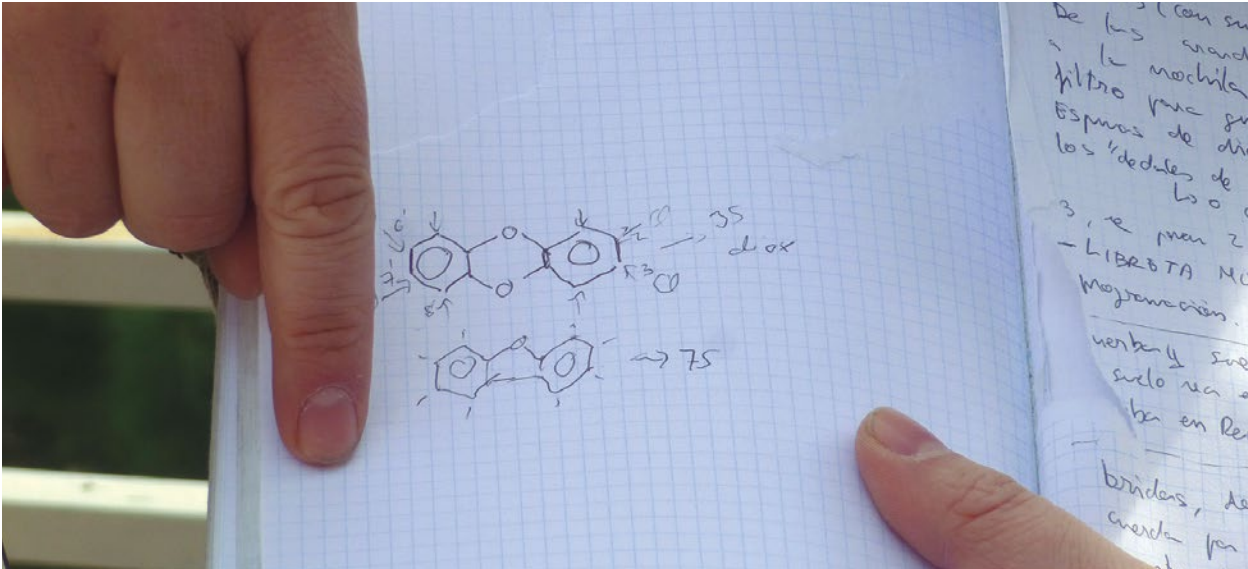
Dimensió	Competències
Indagació de fenòmens naturals i de la vida quotidiana	Resoldre problemes de la vida quotidiana aplicant el raonament científic.
Objectes i sistemes tecnològics de la vida quotidiana	Utilitzar objectes tecnològics de la vida quotidiana amb el coneixement bàsic del seu funcionament, manteniment i accions a fer per minimitzar els riscos en la manipulació i en l'impacte mediambiental.
Medi ambient	Adoptar mesures amb criteris científics que evitin o minimitzin els impactes mediambientals derivats de la intervenció humana.
Salut	Adoptar mesures de prevenció i hàbits saludables en l'àmbit individual i social, fonamentats en el coneixement de les estratègies de detecció i resposta del cos humà.



Continguts de l'àrea de coneixement del medi social i cultural

Nivell	Assignatures	Bloc	Continguts
1r d'ESO	Biologia i geologia	Investigació i experimentació	Exploració d'aspectes de l'entorn a partir d'una qüestió rellevant.
		La Terra i els seus embolcalls	La Terra com a sistema que conté els subsistemes geosfera, atmosfera, hidrosfera i biosfera, els quals interactuen.
			Components de l'atmosfera i la seva variació amb l'altura. Importància per a la vida a la Terra, pel fet de fer possible les combustions, la fotosíntesi i la regulació de la temperatura.
			Variables que condicionen el temps atmosfèric. Instruments i registres meteorològics. Interpretació de fenòmens meteorològics, mesures de seguretat.
2n d'ESO	Física i química	La matèria	Propietats generals de la matèria: massa i volum. Mesura directa i indirecta de massa i volum de sòlids, líquids i gasos. Balança i material volumètric.
			Model cineticomolecular (partícules) de la matèria per interpretar fenòmens com la pressió de gasos, difusió, dilatació, estats de la matèria, canvis d'estat i mescles.
		L'energia	Fonts d'obtenció d'energia i sostenibilitat. Mesures individuals i col·lectives d'estalvi energètic.

Nivell	Assignatures	Bloc	Continguts
3r d'ESO	Biologia i geologia	Ecosistemes i activitat humana	Impactes de l'activitat humana sobre l'atmosfera, la hidrosfera i el sòl. Diferenciació entre contaminació i contaminant; impacte d'alguns contaminants.
			Anàlisi d'alguns problemes ambientals com: la generació de residus, la pluja àcida, la disminució de la capa d'ozó i l'augment del diòxid de carboni atmosfèric. Argumentació de mesures preventives i correctores i concreció de propostes d'actuació a l'entorn proper.
	Física i química	Les reaccions químiques	Canvis químics relacionats amb fenòmens quotidians: reaccions àcid-base, d'oxidació i combustió, de descomposició, de precipitació, de fermentació i de putrefacció.
		L'energia i els canvis	Transferència d'energia en les reaccions químiques. Anàlisi de les combustions. Exemples en els éssers vius (fotosíntesi i respiració).



Nivell	Assignatures	Bloc	Continguts
4t d'ESO	Biologia i geologia	Ecologia i medi ambient	Autoregulació de l'ecosistema, la població i la comunitat. Dinàmica de l'ecosistema. Cicle de la matèria i flux d'energia. Piràmides ecològiques. Cicles biogeoquímics i successions.
			Impacte de l'activitat humana en el medi ambient.
	Física i química	Forces i moviments	Anàlisi experimental de la pressió exercida per sòlids, líquids i gasos. Variables que influeixen en el valor de la pressió atmosfèrica. Fenòmens meteorològics i mapes del temps.
			Capacitat de l'àtom de carboni per formar enllaços. Hidrocarburs com a recurs energètic i problemes ambientals relacionats amb el seu ús.
	Ciències aplicades a l'activitat professional	Ciència i activitat professional	Procés de fabricació d'un producte o d'alguna activitat industrial o de serveis, el seu impacte en el medi ambient i factors que influeixen en el cost del producte.
		Activitat humana i medi ambient	Impacte de l'activitat humana en el medi ambient. Contaminants atmosfèrics i efectes de la qualitat de l'aire sobre la salut. Pluja àcida, boira fotoquímica, destrucció de la capa d'ozó, efecte d'hivernacle i canvi climàtic.
	Cultura científica	Desenvolupament humà i desenvolupament sostenible	Principals problemes mediambientals (causes, factors que els intensifiquen i mesures correctores). Canvi climàtic. Acords internacionals.
			Implicacions socials de la sobreexplotació de recursos naturals, contaminació, desertificació, pèrdua de biodiversitat i tractament de residus.
			Dades mediambientals: índex de contaminació, climogrames, nivell del mar.

Competències bàsiques de l'àmbit social

Dimensió	Competències
Històrica	Interpretar que el present és producte del passat, per comprendre que el futur és fruit de les decisions i accions actuals.
Geogràfica	Explicar les interrelacions entre els elements de l'espai geogràfic, per gestionar les activitats humanes en el territori amb criteris de sostenibilitat.
Ciutadana	Formar-se un criteri propi sobre problemes socials rellevants per desenvolupar un pensament crític.

Competències bàsiques de l'àmbit científicotecnològic

Nivell	Assignatures	Bloc	Continguts
1r d'ESO	Geografia i història	El paisatge com a resultat de la interacció entre la humanitat i el medi	Els problemes mediambientals globals més destacats. Energia i canvi climàtic: algunes de les zones més afectades.
2n d'ESO		L'ocupació del territori: població i societat	La ciutat, el procés d'urbanització, les funcions urbanes, els transports, les comunicacions i les xarxes urbanes.
3r d'ESO		Activitat econòmica i organització política	<div>Els territoris, els recursos naturals i la seva distribució al món. Les activitats humanes i les grans àrees productives mundials. La distribució dels recursos en el món. El desenvolupament sostenible.</div> <div>Els sectors econòmics de producció i els paisatges que originen. Localització i deslocalització industrial. Problemes mediambientals i reptes que generen.</div>





BARCELONA
ESCOLES
+SOSTENIBLES



**Ajuntament
de Barcelona**